

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
15. April 2004 (15.04.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/032257 A2

(51) Internationale Patentklassifikation: **H01L 51/40**,
51/20

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2003/003258

(22) Internationales Anmeldedatum:
30. September 2003 (30.09.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
102 46 241.0 2. Oktober 2002 (02.10.2002) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): **LEONHARD KURZ GMBH & CO. KG** [DE/DE];
Schwabacher Strasse 482, 90763 Fürth (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **LUTZ, Norbert**

[DE/DE]; Am Waldfriedhof 7, 90607 Rückersdorf (DE).
WILD, Heinrich [DE/DE]; Margeritenstrasse 2, 91074
Herzogenaurach (DE). **BREHM, Ludwig** [DE/DE];
Vogtlandstrasse 16, 91352 Adelsdorf (DE).

(74) Anwalt: **ZINSINGER, Norbert**; Louis Pöhlau Lohrentz,
Postfach 30 55, 90014 Nürnberg (DE).

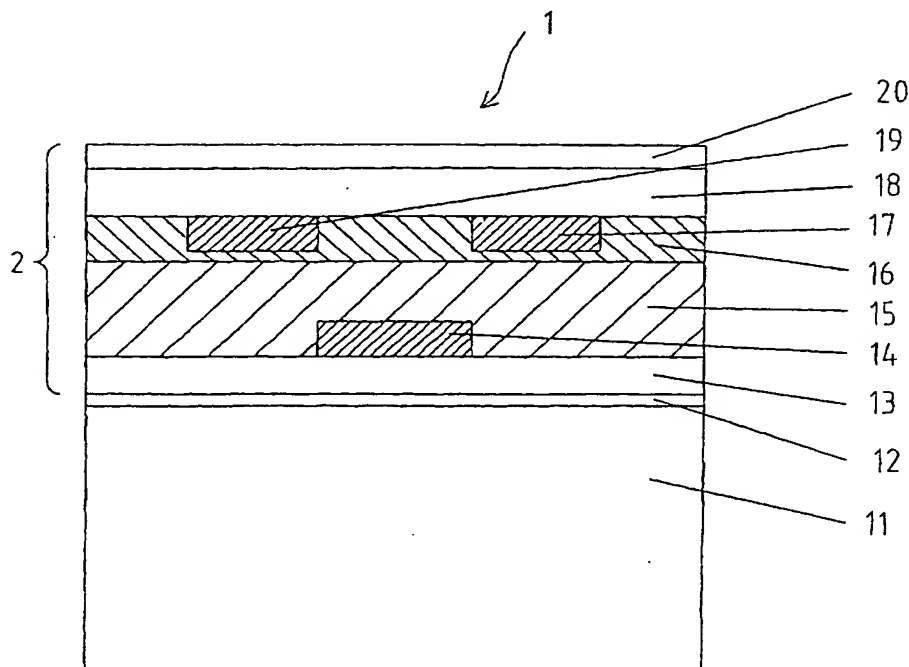
(81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT,
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR,
CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD,
GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR,
KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN,
MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU,
SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (regional): ARIPO-Patent (GH,
GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW),
eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: **FILM COMPRISING ORGANIC SEMICONDUCTORS**

(54) Bezeichnung: **FOLIE MIT ORGANISCHEN HALBLEITERN**



(57) Abstract: The invention relates to a film (1), in particular an embossed or laminated film, in addition to a method for producing a film of this type. The invention is characterised in that at least one component produced by organic semiconductor technology, in particular one or more organic field effect transistors, is/are integrated into a film (1).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

BEST AVAILABLE COPY

WO 2004/032257 A2



TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR)) OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Veröffentlicht:

- ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Folie (1), insbesondere eine Präge- oder Laminierfolie, sowie ein Verfahren zur Herstellung einer solchen Folie. In eine Folie (1) wird mindestens ein Bauelement in organischer Halbleitertechnologie, insbesondere ein oder mehrere organische Feldeffekttransistoren, integriert.

Folie mit organischen Halbleitern

- 5 Organische Feldeffekttransistoren (OFETs) bestehen aus einer organischen Halbleiterschicht zwischen und über einer Source- und zumindest einer Drain-Elektrode, einer organischen Isolationsschicht über der halbleitenden Schicht und einer Gate-Elektrode. Source-, Drain- und Gate-Elektrode können aus Metallen oder aus organischen, leitfähigen Polymeren bestehen. Organische
- 10 Elektrodenmaterialien sind beispielsweise Polyanilin und Polypyrrol. Als Halbleiter werden zum Beispiel Polythiophen, als Isolator Polyvinylphenol eingesetzt.

- Zur Herstellung von OFETs oder anderen Bauelementen aus organischen Polymeren ist eine Strukturierung der leitfähigen Elektrodenschichten erforderlich
- 15 Die Strukturierung der anderen Schichten ist nicht unbedingt erforderlich, kann aber die Leistungsfähigkeit der Bauelemente aus organischen Polymeren verbessern.

- WO 02/25750 beschreibt die Herstellung von Elektroden oder Leiterbahnen mit
- 20 einem Lithographie-Verfahren. Hierbei wird die leitfähige organische Schicht aus dotiertem Polyanilin (PANI) oder Polyethyldioxythiophen (PEDOT) durch Rakeln, Aufsprühen, Spin-Coating oder Siebdruck flächig auf das Substrat, beispielsweise eine Folie, aufgebracht. Hierauf wird eine dünne Schicht aus Photoresist aufgebracht und strukturiert belichtet. Bei der Entwicklung wird die
- 25 freigelegte Polyanilinschicht durch Einwirkung des Entwicklers deprotoniert und damit nichtleitend. Mit einem Lösungsmittel wird der verbliebene Photoresist gelöst. Vor oder nach diesem Schritt wird die nichtleitfähige Matrix der organischen Schicht mit einem nichtbasischen Lösungsmittel herausgelöst.
- 30 Alternativ ist es auch möglich, die freigelegten Bereiche vor dem Lösen des Photoresists durch reaktives Ätzen oxidativ zu entfernen.

WO 02/25750 beschreibt ferner, daß auf die flächige Funktionspolymerschicht eine chemische Verbindung, die deprotonierend wirkt, zur Strukturierung

aufgedruckt wird. Die Verbindung ist bevorzugt eine Base. Durch eine anschließende Spülung werden nichtleitende Bereiche selektiv entfernt.

Es ist von Nachteil, daß das lithographische Verfahren nur für das Material
5 Polyanilin funktioniert. Im Stand der Technik ist ferner nicht bekannt, Rollenware mit lithographischen Verfahren zu strukturieren. Mit anderen Strukturierungsverfahren, zum Beispiel Drucken, beträgt der minimal mögliche Abstand zwischen Source- und Drain-Elektrode zumindest 30 μm bis 50 μm . Angestrebt werden aber Längen von ungefähr 10 μm , um die Leistungsfähigkeit
10 des OFET zu erhöhen.

WO 02/47183 schlägt für die Strukturierung der leitfähigen, organischen Schicht sowie der anderen Schichten in einem OFET vor, den Funktionspolymer in Vertiefungen einer Formschicht einzubringen. Die Formschicht besteht aus einem
15 anderen organischen Material mit isolierenden Eigenschaften, in das ein Stempel eingedrückt wird. Dieses Material ist beispielsweise ein UV- oder ein thermisch härtpbarer Lack, der vollflächig auf ein Substrat aufgebracht ist. Durch Bestrahlung, beispielsweise mittels UV-Licht, wird der Lack ausgehärtet und es werden in der Formschicht Vertiefungen erzeugt. In diese Vertiefungen wird dann das
20 Funktionspolymer hineingerakelt. Mit diesem Verfahren können somit extrem feine Strukturen mit lateralen Abmessungen im Bereich von 2 – 5 μm erzeugt werden. Die Rakelmethode ist zudem nicht materialspezifisch, das heißt zur Strukturierung aller Schichten eines OFET geeignet. Neben Polyanilin können andere leitfähige oder halbleitende organische Materialien, wie beispielsweise Polypyrrol,
25 Polythiophen oder auch Polyvinylphenol eingerakelt und somit strukturiert werden. Außerdem ist die Viskositätsspanne für das Rakeln ungleich größer als für das Drucken, so daß die Funktionspolymere weitgehend in ihrer Konsistenz belassen werden können. Zudem können relativ dicke Schichten im Bereich bis zu 1 μm erzeugt werden. Es wird ferner vorgeschlagen, das Verfahren im kontinuierlichen
30 Rollendruck einzusetzen. Das Band besteht dabei aus einem Substratmaterial mit dem aufgetragten Formpolymer, das ein UV-härtpbarer, aber auch ein thermisch härtpbarer Lack sein kann. Die Vertiefungen werden zunächst mit einer Stempelrolle eingepreßt und das Formpolymer durch UV-Bestrahlung angehärtet.

Mit einer danach angeordneten UV-Lampe wird der Lack nachgehärtet. In den strukturierten Lack wird dann das Funktionspolymer mit einem Raker eingerakelt.

DE 10033112 beschreibt ein Verfahren, das das in die Form gefüllte
5 Funktionspolymer mit Hilfe eines Tampons abnimmt und dann auf das Substrat oder bereits vorhandene Schichten aufbringt.

Der Erfindung liegt nun die Aufgabe zugrunde, die Herstellung leistungsfähiger Bauelemente in organischer Halbleitertechnologie zu verbessern und/oder den
10 Aufbau verbesserter Bauelemente in organischer Halbleitertechnologie anzugeben.

Diese Aufgabe wird durch eine Folie, insbesondere durch eine Prägefolie, Laminierfolie oder ein Folienelement, gelöst, das mindestens ein Bauelement in
15 organischer Halbleitertechnologie, insbesondere einen oder mehrere organische Feldeffekttransistoren (OFETs = OrganicFET), beinhaltet. Diese Aufgabe wird weiter von einem Verfahren zur Herstellung einer solchen Folie gelöst, bei dem die Strukturierung von einer oder mehreren Schichten des mindestens einen Bauelements in organischer Halbleitertechnologie durch thermisches Replizieren
20 oder UV-Replizieren erfolgt.

Durch die Herstellung von elektronischen Schaltungen in organischer Halbleitertechnologie nicht wie bisher üblich auf einem Wafer, sondern als Teil einer Folie, ergeben sich große produktionstechnische Vorteile. Bewährte und
25 erprobte Methoden der Folientechnologie sowie bestehende Produktionsanlagen können für die Herstellung solcher elektronischen Schaltungen eingesetzt werden, wodurch sich erhebliche Kostenvorteile ergeben.

Besondere Vorteile ergeben sich bei der Implementierung solcher Bauelemente in
30 organischer Halbleitertechnologie in Präge- oder Laminierfolien. Hierdurch wird die Möglichkeit eröffnet, derartige elektronische Schaltungen in vielfältiger Weise auf Produkten und Zwischenprodukten zu applizieren. Es wird ein kostengünstig zu produzierendes Zwischenprodukt geschaffen, das in vielfältiger Weise kundenspezifisch weiterverwendet und angepaßt werden kann. Der

Fertigungsprozeß wird dadurch flexibilisiert und die Produktionskosten gesenkt. Weiter hat sich gezeigt, daß die für die Herstellung von Präge- und Laminierfolien verwendete Folientechnologie und Fertigungsverfahren besonders gut geeignet ist, derartige elektronische Schaltungen zu realisieren.

5

Gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung weist eine derartige Prägefolie, eine Laminierfolie oder ein Folienelement eine Trägerfolie, zumindest eine Schicht aus einem organischen Halbleitermaterial, insbesondere Polythiophen, zumindestens eine Schicht aus einem elektrisch isolierenden

10 Material und zwei oder mehr bereichsweise und musterförmig ausgeformte Schichten aus einem elektrisch leitfähigen Material auf, die als Elektrodenschichten wirken. Die elektrisch leitfähigen Schichten bestehen hierbei vorzugsweise aus einem organisch leitfähigen Material, insbesondere Polyanilin oder Polypyrol. Die elektrisch isolierende Schicht besteht vorzugsweise aus einem

15 organischen Isolationsmaterial, insbesondere Polyvinylphenol. Weiter weist die Folie bevorzugt eine Ablöseschicht und eine Klebeschicht, sowie eine oder mehrere an Funktionspolymerschichten angrenzende Lackschichten auf.

Weitere Vorteile sind dadurch erzielbar, daß die elektrisch leitfähige Schicht, die

20 Schicht aus einem Halbleitermaterial und die Isolationsschicht in der Regel transparent sind. Hierdurch ist es möglich, das optische Erscheinungsbild der Folie durch die Gestaltung weiterer Schichten der Präge- oder Laminierfolie zu beeinflussen und eine Mehrfachnutzung der Folie z. B. als elektronische Schaltung und als dekoratives Element, zu vereinfachen.

25

Gemäß eines bevorzugten Ausführungsbeispiels der Erfindung wird in der Folie eine elektrische Funktionalität, insbesondere die mindestens eines elektronischen Bauelements in organischer Halbleitertechnologie, mit optischen Merkmalen kombiniert. Die Folie weist demnach zum einen eine elektronische Schaltung mit

30 einem oder mehreren elektronischen Bauelementen in organischer Halbleitertechnologie auf und bietet zum anderen dem Betrachter ein oder mehrere optische (Sicherheits-)merkmale. Hierzu kann die Folie beispielsweise eine zwischen Schichten der Folie abgeformte räumliche Struktur aufweisen, die zum einen eine Schicht eines elektronischen Bauelements in organischer

- Halbleitertechnologie musterförmig strukturiert und zum anderen einen beugungsoptischen Effekt generiert, der ein optisches Merkmal bildet. Die räumliche Struktur kann hierbei von der Überlagerung einer Makro- und einer Mikrostruktur gebildet werden, wobei die Makrostruktur für die musterförmige
- 5 Strukturierung einer elektrischen Funktionsschicht und die Mikrostruktur für die Erzeugung eines beugungsoptischen Effekts und damit für die Generierung eines optischen (Sicherheits-)merkmals verantwortlich ist. Damit werden von einer räumlichen Struktur zwei Funktionen erbracht, zum einen die Implementierung eines elektronischen Bauelements in organischer Halbleitertechnologie und zum
- 10 anderen die Generierung eines optischen Merkmals für den Betrachter der Folie.
- Weiter kann die Folie eine oder mehrere holographisch-optische oder diffraktive Schichten zur Erzeugung eines beugungsoptischen Sicherheitsmerkmals, eine oder mehrere Dünnschichtfolgen zur Erzeugung eines optischen
- 15 Sicherheitsmerkmals mittels Interferenz sowie eine oder mehrere Dekorschichten aufweisen, mittels denen zusätzlich zu der elektrischen Funktionalität eine optische Funktionalität, beispielsweise die Generierung ein oder mehrerer optischer (Sicherheits-)merkmale oder dekorativer Effekte, verwirklicht wird.
- Eine derart ausgestaltete Folie kann so als optisches Sicherungselement, beispielsweise zur Sicherung von Ausweisen, Banknoten, Kreditkarten oder Geldkarten, sowie Waren dienen. Hierbei kann eine derartige Folie neben optischen Sicherheitsmerkmalen auch elektrische Sicherheitsmerkmale bieten. Durch die Kombination solcher optischen und elektrischen Sicherheitsmerkmale
- 20 wird die Fälschungssicherheit erheblich erhöht. Weiter ist es auch möglich, daß die Folie zwei oder mehr übereinander angeordnete, ein optisches Sicherheitsmerkmal erzeugende Schichten aufweist, wobei eine oder mehrere Funktionsschichten eines elektronischen Bauelementes in organischer Halbleitertechnologie zwischen derartigen optisch aktiven Schichten angeordnet
- 25 sind. Hierdurch wird die Fälschungssicherheit erheblich erhöht, da jeder Manipulationsversuch des optischen oder des elektrischen Sicherheitsmerkmals sofort erkennbar wird und sich diese Sicherheitsmerkmale so gegenseitig schützen.
- 30

Eine besonders effektive und kostengünstige Art und Weise der Herstellung einer erfindungsgemäßen Folie besteht darin, die Strukturierung von einer oder mehreren Schichten des mindestens einen Bauelements in organischer Halbleitertechnologie durch thermisches Replizieren oder UV-Replizieren durchzuführen.

Gemäß eines bevorzugten Ausführungsbeispiels der Erfindung wird in die zu replizierende Schicht eine räumliche Struktur repliziert, deren Strukturtiefe größer oder gleich der Schichtdicke der zu replizierenden Schicht ist, so daß die zu replizierende Schicht partiell durch die Replikation vollständig durchtrennt ist. Durch die Replikation wird so eine gemäß der räumlichen Struktur musterförmig strukturierte elektrische Funktionsschicht geschaffen. Durch dieses Verfahren lassen sich sehr hohe Auflösungen, beispielsweise im Bereich von 10 µm bis 100 nm erzielen. Aufgrund der Möglichkeit derart kleine Strukturen realisieren zu können, läßt sich die Packungsdichte als auch die Leistungsfähigkeit der implementieren elektrischen Schaltungen verbessern. Weitere Vorteile dieses Verfahrens bestehen darin, daß in einem einzigen Schritt eine hochauflösende Strukturierung einer elektrischen Funktionsschicht möglich ist. Die Strukturierung der elektrischen Funktionsschicht kann mit hoher Geschwindigkeit, insbesondere als Rolle-zu-Rolle-Prozeß, und mit vergleichsweise geringen Produktionskosten erfolgen.

Gemäß eines weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiels der Erfindung wird in die zu replizierende Schicht eine räumliche Struktur repliziert, deren Strukturtiefe kleiner als die Schichtdicke der zu replizierenden Schicht ist. Auf die replizierte Schicht wird eine elektrische Funktionsschicht aus einem Material aufgebracht, das bei Aushärtung eine vordefinierte Volumenreduktion erfährt. Dieses Material wird auf die replizierte Schicht in einer Auftragsmenge aufgebracht, die so gewählt ist, daß aufgrund des Volumenschrumpfes bei Aushärtung eine gemäß der replizierten Struktur musterförmig strukturierte Funktionsschicht verbleibt. Weiter ist es hier auch möglich, daß auf die replizierte Schicht eine elektrische Funktionsschicht aufgebracht wird und daß die elektrische Funktionsschicht anschließend in einer Tiefe abgetragen wird, die so gewählt ist, daß nach Abtragung eine der gemäß der replizierten Struktur musterförmig strukturierte

Funktionsschicht verbleibt. Auch mit einem derartigen Verfahren lassen sich hohe Auflösungen von elektrischen Funktionsschichten erreichen, so daß sich die hierzu oben beschriebenen Vorteile auch bei dieser Vorgehensweise ergeben.

5 Alternativ oder zusätzlich ist es auch noch möglich, ein oder mehrere der für die Funktion der Bauelemente erforderlichen Elektroden-, Isolations- und halbleitenden Schichten durch Druckverfahren, insbesondere durch Tampondruck, teilflächig oder vollflächig in den Folienaufbau einzubringen.

10 Die Erfindung wird im folgenden anhand von mehreren Ausführungsbeispielen unter Zurhilfenahme der beiliegenden Zeichnungen beispielhaft beschrieben.

Fig. 1 zeigt eine Schnittdarstellung einer erfindungsgemäßen Folie für ein erstes Ausführungsbeispiel der Erfindung.

15

Fig. 2 zeigt eine Schnittdarstellung einer erfindungsgemäßen Folie für ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Fig. 3 zeigt eine Darstellung einer Vorrichtung zur Replikation von Strukturen elektrischer Bauelemente in organischer Halbleitertechnologie, insbesondere organischer Feldeffekttransistoren.

20

Fig. 4a zeigt eine funktionale Darstellung der Strukturierung einer Schicht eines Bauelements in organischer Halbleitertechnologie gemäß eines ersten Ausführungsbeispiels.

25

Fig. 4b und 4c zeigen funktionale Detaildarstellungen der Strukturierung einer Schicht gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel.

30

Fig. 5 zeigt eine Schnittdarstellung einer erfindungsgemäßen Folie, bei der ein oder mehrere Schichten eines Bauelements organischer Halbleitertechnologie gemäß des Verfahrens nach Fig. 4 repliziert sind.

5

Fig. 6a

bis Fig. 6e zeigen Funktionsdarstellungen der Strukturierung von einer Schicht eines Bauelements in organischer Halbleitertechnologie durch Replikation gemäß eines weiteren Ausführungsbeispiels.

10

Fig. 7

zeigt eine Schnittdarstellung einer Folie, bei der eine oder mehrere Schichten eines Bauelements in organischer Halbleitertechnologie gemäß den Verfahren nach Fig. 6a bis Fig. 6e strukturiert sind.

15

Fig. 8a

zeigt eine funktionelle Darstellung der Replikation einer Schicht eines Bauelements in organischer Halbleitertechnologie gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel.

Fig. 8b

zeigt eine funktionelle Darstellung der Replikation einer Schicht eines Bauelements in organischer Halbleitertechnologie gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel.

20

Fig. 9a

und Fig. 9b zeigen Schnittdarstellungen erfindungsgemäßer Folien für ein weitere Ausführungsbeispiele der Erfindung.

25

Fig. 1 zeigt eine Prägefolie, die zumindest ein Bauelement in organischer Halbleitertechnologie, insbesondere organische Feldeffekttransistoren (OFETs), beinhaltet. Bei einer solchen Prägefolie handelt es sich insbesondere um eine Heißprägefolie. Fig. 2 zeigt den Aufbau einer Laminierfolie, die mindestens ein Bauelement in organischer Halbleitertechnologie, insbesondere organische Feldeffekttransistoren (OFETs), beinhaltet. Die Erfindung ist jedoch nicht auf derartige Folientypen beschränkt.

30

Fig. 1 zeigt eine Prägefolie 1 mit einer Trägerfolie 11 und einer auf diese aufgetragenen Übertragungslage 2. Zwischen Trägerfolie 11 und Übertragungslage 2 ist eine Ablöseschicht 12 vorgesehen, die dazu dient, das Ablösen der Übertragungslage 2 von der Trägerfolie 11 zu erleichtern. Auf die Ablöseschicht 12 könnte hierbei auch verzichtet werden.

Die Übertragungslage 2 weist eine erste Lackschicht 13 und eine zweite Lackschicht 18, eine Isolationsschicht 15 aus einem elektrisch isolierenden Material und eine Schicht 16 aus einem organischen Halbleitermaterial auf. Weiter weist die Übertragungslage 2 zwei musterförmig ausgeformte Elektrodenschichten aus einem elektrisch leitfähigen Material auf, von denen in Fig. 1 ein Teilbereich 14, der eine Gate-Elektrode bildet, und zwei Teilbereiche 17 und 19, die eine Source-Elektrode bzw. eine Drain-Elektrode bilden, gezeigt sind.

Alternativ ist es auch möglich, die Anordnung der Gate- bzw. der Source- und Drain-Elektroden in der Übertragungslage 2 zu vertauschen, d.h. die Source- und Drain-Elektrode in der Zeichnung unten über der Lackschicht 13 und die Gate-Elektrode in der Zeichnung oben, neben und über der halbleitenden Schicht 16, vorzusehen.

Fig. 2 zeigt eine Laminierfolie 3 mit einem analogen Schichtaufbau. Der genaue Aufbau der Schichten wird so im folgenden lediglich anhand der Prägefolie 1 erläutert.

Bei der Trägerfolie 11 handelt es sich um eine Kunststoffolie mit einer Stärke von 6 μm bis 200 μm , vorzugsweise mit einer Stärke von 19 μm bis 38 μm . Bei der Trägerfolie 11 handelt es sich vorzugsweise um eine Polyesterfolie.

Auf die Trägerfolie 11 wird sodann vollflächig die Ablöseschicht 12 in einer Dicke von 0,01 bis 0,2 μm aufgebracht. Sie ist vorzugsweise als eine bei Wärmeentwicklung weich werdende Schicht ausgebildet, die beim Aufbringen der Heißprägefolie auf das Substrat die Ablösung der weiteren Schichten von der Trägerfolie 11 gestattet.

Bei der ersten Lackschicht 13 handelt es sich um eine Schutzlackschicht, die im allgemeinen vollflächig und zwar in einer Schichtdicke von 0,5 bis 5,0 μm , vorzugsweise von 1 bis 2 μm , auf die Ablöseschicht aufgebracht wird.

- 5 Auf die Lackschicht 13 wird nun die erste Elektrodenschicht mit der Gate-Elektrode 14 aufgebracht. Die erste Elektrodenschicht besteht hierbei vorzugsweise aus einem elektrisch leitfähigen Polymer, vorzugsweise Polyanilin und Polypyrrol. Weiter ist es möglich, für die erste Elektrodenschicht Metalle, beispielsweise Gold oder Silber, zu verwenden.

10

- Die erste Elektrodenschicht kann hierbei beispielsweise durch ein Druckverfahren (Tiefdruck, Siebdruck) oder durch ein Beschichtungsverfahren bereits partiell und musterförmig auf die Lackschicht 13 aufgebracht werden. Es ist jedoch auch möglich, die erste Elektrodenschicht vollflächig oder teilflächig auf die Lackschicht 13 aufzubringen und sodann durch ein im späteren beschriebenes Replikationsverfahren, durch ein Belichtungs- und Ätzverfahren oder durch Ablation, beispielsweise mittels eines gepulsten Lasers, partiell wieder zu entfernen.

- 15 20 Je nach dem verwendeten Auftragsverfahren wird das elektrisch leitfähige Material hierbei in flüssiger Form, in gelöster Form oder als Suspension auf die Lackschicht 13 aufgebracht.

- Die Isolationsschicht 15 besteht vorzugsweise aus einem organischen Isolationsmaterial, beispielsweise Polyvinylphenol. Es ist jedoch auch möglich, als Material für die Isolationsschicht 15 Oxidschichten, beispielsweise Metalloxide, zu verwenden. Organische Isolationsschichten werden hierbei mittels eines der oben beschriebenen Verfahren auf die musterförmig strukturierte Elektrodenschicht in flüssiger Form, gelöster Form oder als Suspension aufgebracht. Anschließend wird die Isolationsschicht 15 durch Trocknen oder in sonstiger Weise verfestigt. Oxidschichten werden durch thermisches Aufdampfen oder Sputtern im Vakuum aufgebracht.

30

Auf die Isolationsschicht 15 wird nun die Schicht 16 aus einem organischen Halbleitermaterial vollflächig oder teilflächig aufgebracht. Als organisches Halbleitermaterial kann hierbei Polythiophen verwendet werden. Das organische Halbleitermaterial wird hierbei mittels eines der oben beschriebenen Verfahren auf die Isolationsschicht 15 in flüssiger, gelöster Form oder als Suspension aufgebracht und sodann verfestigt. Hierbei ist es auch möglich, die Schicht 16 in gleicher Weise wie die erste Elektrodenschicht musterförmig zu strukturieren, wodurch sich die in Fig. 1 und Fig. 2 gezeigte Ausformung der Schicht 16 ergibt.

Anschließend wird die zweite Elektrodenschicht mit der Source- bzw. Drain-Elektrode 17 bzw. 19 in derselben Art und Weise wie oben beschrieben auf die Schicht 16 aufgebracht. In Bezug auf die für diese Schicht verwendeten Materialien und Strukturierungsverfahren wird auf die Ausführungen zu der ersten Elektrodenschicht verwiesen.

Anschließend werden die Lackschicht 18 und die Kleberschicht 20 vollflächig aufgebracht. Die Schichtdicke der Schicht 18 liegt vorzugsweise bei 2 – 10 µm. Bei der Kleberschicht 20 handelt es sich um eine bei Transferfolien bzw. Heißprägefolien an sich übliche und bekannte Kleberschicht einer Dicke von etwa 1 bis 10 µm, wobei die Kleberschicht für eine Heißprägefolie so zusammengesetzt ist, daß sie erst bei entsprechender Wärmeeinwirkung klebrig wird.

Die Schichten 12, 13, 18 und 20 können nach folgenden Rezepturen hergestellt sein:

Ablöseschicht 12 (Trennschicht):

Toluol	99,5 Teile
Esterwachs (Tropfpunkt 90°C)	0,5 Teile

Lackschicht 13 (Schutzlackschicht):

	Methylethylketon	61,0 Teile
	Diaketonalkohol	9,0 Teile
	Methylmethanacrylat (Tg = 122°C)	18,0 Teile
5	Polyethyldispersion (23% in Xylol)(Erweichungspunkt 140°C)	7,5 Teile
	Hochmolekulares Dispergieradditiv (40 %, Aminzahl 20)	0,5 Teile
	Extender (Aluminiumsilikat)	20,0 Teile

Lackschicht 18 (Zwischenschicht):

10	Methylethylketon	40,0 Teile
	Toluol	22,0 Teile
	Ethylen-Vinylacetat-Terpolymer (Fp. = 60°C)	2,5 Teile
	Polyvinylchlorid (Tg: 89°C)	5,5 Teile
	Polyvinylchlorid (Tg: 40°C)	3,0 Teile
15	Dispergieradditiv (50 %, Säurezahl 51)	1,0 Teile
	Titandioxid (d = 3,8 – 4,2 g/cm ³)	26,0 Teile

Kleberschicht 20:

	Methylethylketon	55,0 Teile
20	Toluol	12,5 Teile
	Ethanol	3,5 Teile
	Polyvinylacetat (Erweichungspunkt 80°C)	6,0 Teile
	Butyl-/Methylmethacrylat (Tg: 80°C)	8,0 Teile
	Ethylmethacrylatharz (Tg: 63°C)	3,0 Teile
25	Methacrylatcopolymere (Tg: 80°C)	5,0 Teile
	Ungesättigtes Polyesterharz (Erweichungspunkt 103°C)	3,5 Teile
	Siliciumdioxid	3,5 Teile

30 Die Lackschichten 13 und 18 haben hier zum einen elektrisch isolierende Eigenschaften und haben im weiteren die Funktion von Schutzschichten für die von ihnen umschlossenen elektrischen Funktionspolymerschichten.

Auf die erste Lackschicht 13 und die zweite Lackschicht 18 könnte auch verzichtet werden.

Organische Halbleitermaterialien, organisch leitfähige Materialien und organische Isolationsmaterialien werden hierbei von organischen, metallorganischen und/oder anorganischen Kunststoffen gebildet, die die jeweiligen elektrischen Eigenschaften besitzen. Als Funktionspolymer werden hierbei solche organische, metallorganische und/oder anorganische Materialien bezeichnet, die bei dem Aufbau von Bauelementen in organischer Halbleitertechnologie Verwendung finden können. Der Begriff Funktionspolymer umfaßt demnach auch nichtpolymere Komponenten.

Der in Fig. 1 gezeigte Ausschnitt der Folie 1 weist die Gate-Elektrode 14, die Source-Elektrode 17 und die Drain-Elektrode 19 auf, so daß von dem in Fig. 1 gezeigten Bereich der Folie 1 durch das Zusammenwirken dieser Elektroden mit der Isolationsschicht 15 und der Schicht 16 aus einem organischen Halbleitermaterial ein organischer Feldeffekttransistor implementiert wird. Je nach Strukturierung der ersten und zweiten Elektrodenschicht sowie u. U. der Strukturierung der Isolationsschicht 15 und der Schicht 16 aus einem Halbleitermaterial kann in der Folie 1 eine komplexe elektronische Schaltung implementiert werden, die aus einer Vielzahl von Bauelementen in organischer Halbleitertechnologie besteht.

Unter Bauelement in organischer Halbleitertechnologie ist hierbei ein elektronisches Bauelement zu verstehen, das eine organische Halbleiterschicht oder Halbleiter-Schichtbereich als funktionelle Komponente umfaßt, beispielsweise Transistoren, FET's, Triacs, Dioden usw..

Hierbei ist es auch möglich, daß mehrere der in Fig. 1 dargestellten Schichten 13 bis 16 übereinander angeordnet sind, um so zwei oder mehr übereinander angeordnete Bauelemente in organischer Halbleitertechnologie in der Folie 1 zu verwirklichen.

Zur Verwirklichung der Bauelemente in organischer Halbleitertechnologie kann hierbei sowohl die erste Elektrodenschicht als auch die zweite Elektrodenschicht, wie bereits oben geschildert, in musterförmig strukturierter Form ausgebildet sein.

Es ist jedoch auch weiter möglich, daß auch die Isolationsschicht 15 und die Schicht 16 aus einem halbleitenden Material in musterförmig strukturierter Form ausgeführt ist, um die entsprechende elektrische Funktionalität zu erzielen. Für derartige musterförmige Strukturierungen werden hierbei folgende Verfahren oder
5 eine Kombination folgender Verfahren vorgeschlagen:

Es wird vorgeschlagen, die für die Funktion der Bauelemente erforderlichen Elektroden-, Isolations- und halbleitenden Schichten durch Druckverfahren teilflächig oder vollflächig in einen Folienaufbau einzubringen.

10

Die für die teilflächige Bedruckung bekannten, hochauflösenden Druckverfahren weisen derzeit jedoch eine laterale Auflösung von 50 µm auf und sind daher für die Herstellung insbesondere der Source- und Drain-Elektroden nur bedingt geeignet.

15

Bei dem hier bevorzugten Verfahren wird dagegen vorgesehen, zunächst eine vollflächige Bedruckung durchzuführen, und anschließend durch thermisches oder UV-Replizieren eine entsprechende Strukturierung der Schicht vorzunehmen. Eine entsprechende Vorrichtung hierfür ist in Fig. 3 gezeigt und das Resultat ist in Fig.
20 4a bis Fig. 4c dargestellt. Für die UV-Replikation ist zusätzlich eine nicht dargestellte UV-Lampe sowie eine ebenfalls nicht dargestellte Maske vorzusehen. Durch derartige Replizierverfahren werden sehr hohe laterale Auflösungen im Bereich von 0,5 µm bis 5 µm erreicht.

25 Fig. 3 zeigt eine Replizierwalze 51, eine Gegendruckwalze 52, eine Trägerfolie 41, eine Schicht 42 und eine strukturierte Schicht 43. Der Folienkörper, bestehend aus der Schicht 42 und der Trägerfolie 41, wird bei Drehung der Replizierwalze 51 und der Gegendruckwalze 52 in der in Fig. 3 angedeuteten Richtung in die Vorschubrichtung 53 befördert. Hierbei wird, wie in Fig. 3 gezeigt, eine Struktur in
30 die Schicht 42 repliziert, so daß die Schicht 42 die in Fig. 3 gezeigte Struktur erhält und nun die strukturierte Schicht 43 bildet.

Bei der Schicht 42 handelt es sich um eine Funktionsschicht eines Bauelements in organischer Halbleitertechnologie, beispielsweise um eine Schicht des in Fig. 1

und Fig. 2 gezeigten organischen Feldeffekttransistors, beispielsweise um die erste Elektrodenschicht, die Schicht aus einem Isolationsmaterial, die zweite Elektrodenschicht oder die Schicht aus einem organischen Halbleitermaterial. Bei der Trägerfolie 41 kann es sich um die Trägerfolie 11 oder um einen

5 mehrschichtigen Folienkörper mit der Trägerfolie 11 und einer oder mehreren darüberliegenden Schichten, beispielsweise um einen mehrschichtigen Folienkörper mit der Trägerfolie 11, der Ablöseschicht 12 und der Lackschicht 13 handeln.

- 10 Als Replikationsverfahren finden vorzugsweise thermische Replikation und UV-Replikation Anwendung.

Bei der thermischen Replikation erfolgt die Replikation durch thermische Verformung der Schicht 42. Für die Schicht 42 wird ein Material mit

15 thermoplastischen Eigenschaften verwendet. Mittels der geheizten Replizierwalze 41 wird sodann eine Struktur in die Schicht 42 geprägt, die der Oberflächenform der Replizierwalze 51 entspricht.

Beispielsweise wird eine Polyanilin- oder Polypyrrol-Lösung mit einem

20 Auftragsgewicht von $2,2 \text{ g/m}^2$ nach Trocknung auf den Folienkörper der Trägerfolie 41 mittels einer Tiefdruckrasterwalze aufgebracht. Die Trocknung erfolgt hierbei im Trockenkanal bei einer Temperatur von 100 bis 120 °C. In die Schicht 42 wird sodann bei etwa 130 °C mittels der beispielsweise aus Nickel bestehenden Replizierwalze die Struktur eingeprägt. Zum Prägen der Struktur wird

25 die Replizierwalze hierbei vorzugsweise elektrisch aufgeheizt. Anstelle einer Replizierwalze ist es hier auch möglich, eine Replizier-Matrize zu verwenden. Eine derartige Matrize kann vor dem Abheben von der Schicht 42 wieder abgekühlt werden. Nach Einprägung der Struktur erhärtet die Schicht 43 sodann durch Vernetzung oder in sonstiger Weise.

30

Bei der UV-Replikation wird für die Schicht 42 ein UV-härtbares Material verwendet. Innerhalb der Replizierwalze 51 oder nach der Replizierwalze 51 wird eine UV-Lampe vorgesehen, die eine Aushärtung der gemäß der Oberflächenstruktur der Replizierwalze 51 geformten Schicht 43 bewirkt. Weiter ist

es auch möglich, daß die Replizierwalze 51 über eine glatte Oberfläche verfügt, die in Form einer Maske die Schicht 42 partiell belichtet. In den belichteten Bereichen härtet die Schicht 42 aus. In den nicht belichteten Bereichen härtet die Schicht 42 nicht aus und wird in einem Waschprozeß entfernt, so daß sich die in
5 Fig. 3 gezeigte Strukturierung der Schicht 43 ergibt.

Wie in Fig. 4a gezeigt, wird in die Schicht 42 hierbei eine räumliche Struktur repliziert, deren Strukturtiefe größer oder gleich der Schichtdicke der zu replizierenden Schicht ist. Die zu replizierende Schicht 42 wird so durch die
10 Replikation partiell vollständig durchtrennt, wodurch sich eine gemäß der räumlichen Struktur musterförmig strukturierte elektrische Funktionsschicht 43 ergibt.

Hierbei ist es besonders bevorzugt, daß bei thermischer Replikation die
15 Strukturtiefe größer als die Schichtdicke der Schicht 42 gewählt wird. Hierbei ist es vorteilhaft, wie in Fig. 4b gezeigt, unterhalb der Schicht 42 eine weitere Lackschicht 44, vorzugsweise aus einem Replizierlack aufzubringen. Die Prägematrize der Replizierwalze kann so die Schicht 42 durchprägen, ohne daß eine Schädigung der unterhalb der Lackschicht 44 liegenden Trägerfolie bzw. weiterer
20 Schichten zu beobachten ist. In Fig. 4c ist eine Ausführungsform gezeigt, bei der die Dicke der Schicht 42 sehr viel kleiner als die Replikationstiefe gewählt ist. Hierdurch wird sichergestellt, daß eine zuverlässige Separierung der Bereiche der elektrischen Funktionsschicht 43 erreicht wird.

25 In Fig. 5 ist nun eine Prägefolie 6 dargestellt, bei der die erste und zweite Elektrodenschicht mittels des Verfahrens nach Fig. 3 bis Fig. 4c musterförmig strukturiert worden ist.

Fig. 5 zeigt die Prägefolie 6 mit einer Trägerfolie 61, einer Ablöseschicht 62, einer
30 Lackschicht 63, einer ersten Elektrodenschicht 64, einer Isolationsschicht 65 einer Schicht 67 aus einem organischen Halbleitermaterial, einer zweiten Elektrodenschicht 66, einer Lackschicht 68 und einer Kleberschicht 69.

Die Lackschicht 63 besteht aus einem Replizierlack. Auf die Lackschicht 63 wird die erste Elektrodenschicht 64 vollflächig aufgebracht und sodann mittels des anhand von Fig. 3 und Fig. 4a, Fig. 4b oder Fig. 4c erläuterten

Replikationsverfahren musterförmig strukturiert. Sodann wird die Isolationsschicht

5 65 vollflächig aufgebracht. Anschließend erfolgt der vollflächige Auftrag der Schicht 67 aus einem organischen Halbleitermaterial. Hierauf wird eine zweite Elektrodenschicht 66 aufgebracht und wiederum mittels des Replizierverfahrens nach Fig. 3 bis Fig. 4c musterförmig strukturiert. Es ist auch möglich, die zweite Elektrodenschicht 66 partiell durch Druck- und Beschichtungsverfahren
10 aufzubringen, insbesondere wenn Source- und Gate-Elektroden im Schichtaufbau unten und die Gate-Elektrode im Schichtaufbau oben angeordnet sind.

Anschließend erfolgt der vollflächige Auftrag der Schichten 68 und 69.

15 Wie bereits oben erläutert, ist es jedoch weiter möglich, sowohl die Isolationsschicht 65 als auch die Schicht 67 aus einem organischen Halbleitermaterial mittels der Verfahren nach Fig. 3 bis Fig. 4c musterförmig zu strukturieren und damit komplexere elektronische Schaltungen in der Prägefolie 6 zu implementieren.

20

Weiter ist es auch möglich, daß in die zu replizierende Schicht eine räumliche Struktur repliziert wird, deren Strukturtiefe kleiner als die Schichtdicke der zu replizierenden Schicht ist. Dies ist beispielsweise in Fig. 6a dargestellt. In die Schicht 42 wird so mittels der anhand von Fig. 3 geschilderten Replizierverfahren
25 eine Struktur repliziert, die die Schicht 42 nicht durchdringt und so die in Fig. 6a gezeigte Schicht 48 als Replikationsergebnis ergibt. In einem nächsten Schritt wird nun, wie in Fig. 6b gezeigt, eine elektrische Funktionsschicht 49 durch Aufdrucken, Beschichten oder Aufsprühen auf die strukturierte Schicht 48 aufgebracht. Für die elektrische Funktionsschicht 49 wird hierbei ein Material
30 hoher Viskosität verwendet, so daß die Vertiefungen der Schicht 48 vollständig von der Schicht 49 ausgefüllt sind. Weiter wird ein Material für die elektrische Funktionsschicht 49 verwendet, das eine vordefinierte Volumenreduktion bei Aushärtung erfährt. So kann beispielsweise ein UV-aushärtbares Material verwendet werden, bevorzugt ein Acrylsystem das bei UV-Aushärtung einen

vorher klar definierten Volumenschrumpf erfährt. Weiter kann der Volumenschrumpf auch durch die Verdampfung des Lösungsmittels erzielt werden, in der das verwendete Funktionspolymer gelöst ist.

5 Das Material der Schicht 49 wird hierbei in einer Auftragsmenge pro Flächeneinheit aufgebracht, bei der zum einem die Vertiefungen der Schicht 48 vollständig von dem Material der Schicht 49 ausgefüllt sind, andererseits jedoch bei Aushärtung der Schicht 49 ein Volumenschrumpf erfolgt, der dazu führt, daß die Schicht 49 nunmehr die Vertiefungen der Schicht 48 ganz oder teilweise
10 ausfüllt, nicht mehr jedoch die Plateaus der Schicht 48 bedeckt. Dies ist beispielsweise in Fig. 6c gezeigt, wo erkennbar ist, daß die Schicht 49 nach Aushärtung lediglich die Vertiefungen der Schicht 48 zu 95 % ausfüllt. Hierdurch wird erreicht, daß nach Aushärtung der Schicht 49 eine gemäß der replizierten Struktur musterförmig strukturierte elektrische Funktionsschicht 49 verbleibt.

15 Alternativ oder zusätzlich ist es auch möglich, wie in Fig. 6d gezeigt, eine elektrische Funktionsschicht 50 auf die Schicht 48 aufzubringen, die nach Aushärtung die Schicht 48 vollständig bedeckt und anschließend die Schicht 50, wie in Fig. 6e gezeigt, in einer Tiefe vollflächig abzutragen, daß eine gemäß der replizierten Struktur musterförmig strukturierte elektrische Funktionsschicht 50
20 verbleibt. Die Abtragung der Funktionsschicht 50 kann hier beispielsweise durch Ätzen oder ein sonstiges Ablationsverfahren, beispielsweise durch Laserablation, erfolgen.

25 Bei den Schichten 49 und 50 kann es sich jeweils um eine organische Isolationsschicht, eine Schicht aus einem organisch leitfähigen Material oder eine Schicht aus einem organischen Halbleitermaterial handeln, die als Funktionsschicht eines Bauelements in organischer Halbleitertechnologie verwendet wird. Bei der Schicht 48 kann es sich ebenfalls um eine derartige
30 Funktionsschicht oder um eine Hilfsschicht handeln, die lediglich die Strukturierung einer elektrischen Funktionsschicht unterstützt.

Fig. 7 zeigt nun ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Folie, die über elektrische Funktionsschichten verfügt, die gemäß des anhand von Fig. 6a bis Fig. 6e erläuterten Verfahrens musterförmig strukturiert worden sind.

- 5 Fig. 7 zeigt eine Prägefolie 7 mit einer Trägerfolie 71, einer Ablöseschicht 72, einer Lackschicht 73, einer Isolationsschicht 75, einer Schicht 76 aus einem organischen Halbleitermaterial, zwei Elektrodenschichten 74 und 77, einer Lackschicht 78 und einer Kleberschicht 79.
- 10 Die Schicht 73 wird von einer Replizierlackschicht gebildet, die aus einem transparenten, thermoplastischen Kunststoffmaterial besteht.

Beispielsweise kann die Lackschicht 73 folgende Zusammensetzung besitzen:

Komponente	Gewichtsteile
hochmolekulares PMMA-Harz	2000
Silikonalkyd ölfrei	300
nichtionisches Netzmittel	50
niedrigviskose Nitrocellulose	750
Methylethylketon	1200
Toluol	2000
Diacetonalkohol	2500

15

- In die Schicht 73 wird nun eine räumliche Struktur repliziert, die Schicht 74 aus einem organisch leitfähigen Material, beispielsweise Polyanilin oder Polypyrrol mittels eines Beschichtungsverfahrens aufgebracht und sodann ausgehärtet, so daß sich der anhand von Fig. 6b und Fig. 6c erläuterte Effekt ergibt. Anschließend
- 20 wird die Isolationsschicht 75 vollflächig, beispielsweise mittels eines Druckverfahrens, aufgebracht. Die Isolationsschicht 75 kann hierbei aus dem selben Material wie die Lackschicht 73 bestehen. Anschließend erfolgt der vollflächige Aufdruck der Schicht 76 aus einem organischen Halbleitermaterial, beispielsweise Polythiophen. In die Schicht 76 wird nun eine Struktur repliziert, die
- 25 Schicht 77 aus einem elektrisch leitfähigen Material aufgebracht und ausgehärtet,

wobei sich der anhand der Fig. 6b und Fig. 6c erläuterte Effekt ergibt.

Anschließend werden die Lackschichten 78 und die Kleberschicht 79 vollflächig, beispielsweise mittels einer Tiefdruckwalze, aufgedruckt.

- 5 Natürlich ist es auch denkbar, die im Stand der Technik beschriebene Formschicht durch Replizierverfahren herzustellen und anschließend mit dem Rakelverfahren die Strukturierung der OFET-Schichten vorzunehmen. Bezüglich dieses Standes der Technik wird auf den in der Beschreibungseinleitung angeführten Stand der Technik verwiesen.

10

Weiter sind natürlich zusätzliche, in den Figuren 1 und 2 nicht dargestellte Schichten, insbesondere holographisch-optische Schichten, optisch wirkende Dünnschichten, Schutzschichten usw., vorstellbar.

- 15 Hierbei ist es vorteilhaft, die elektrische Funktionalität (der organischen Halbleiterschaltung) mit optischen Merkmalen zu kombinieren. Beides wird in einem Schritt während des Repliziervorganges erzeugt, wie dies in Fig. 8a dargestellt ist. Es ist insbesondere denkbar, die mit den diffraktiv-optischen Strukturen versehenen Bauelementstrukturen so anzuordnen, daß ein besonderer
- 20 optischer Eindruck, zum Beispiel ein Firmenlogo, entsteht. Eine besondere Fälschungssicherheit ergibt sich dadurch, daß die diffraktiven Strukturen in verschiedenen Höhenlagen des Schichtsystems, insbesondere auch übereinander, angeordnet sein können. Das sich so ergebende optisch-elektrische Element eignet sich demnach hervorragend als Sicherheitselement für Banknoten,
- 25 Dokumente und zur Sicherung von Waren und Datenträgern gegenüber Fälschungen.

- Fig. 8a zeigt nun die funktionelle Darstellung eines Repliziervorganges, bei dem gleichzeitig eine diffraktive, optische Struktur für ein optisches Sicherheitsmerkmal
- 30 eingebracht wird und eine Strukturierung einer elektrischen Funktionsschicht erfolgt. Fig. 8a zeigt so die Trägerfolie 41 und die Schicht 42 nach Fig. 4a, Fig. 4b, Fig. 4c oder Fig. 6a. Wie in Fig. 8a gezeigt, wird in die Schicht 42 eine Struktur 47 repliziert, die sich aus der Überlagerung einer Makrostruktur und einer Mikrostruktur zusammensetzt. Die Makrostruktur führt zu einer musterförmigen

Strukturierung der Schicht 42, so daß sich die musterförmig strukturierte, elektrische Funktionsschicht ergibt. Die Mikrostruktur beschreibt eine Feinstrukturierung der Oberfläche der replizierten Schicht 46. Die Mikrostruktur wird vorzugsweise von einer diffraktiv-optischen Struktur gebildet, die beispielsweise ein Hologramm oder beugungsoptische Effekte, wie Kinegram, Kineform und ähnliches, generiert. Bei der Mikrostruktur kann es sich natürlich auch um eine Beugungsstruktur nullter Ordnung handeln, die spezielle Farb- und Farbkippeffekte erzeugt. Weiter ist es auch möglich, daß die Mikrostruktur von einer isotropen oder anisotropen Mattstruktur gebildet wird.

Dabei ist es besonders bevorzugt, daß bei thermischer Replikation die Strukturtiefe größer als die Schichtdicke der Schicht 42 gewählt wird. Hierbei ist es vorteilhaft, wie in Fig. 8b gezeigt, unterhalb der Schicht 42 eine weitere Lackschicht 44, vorzugsweise aus einem Replizierlack vorzusehen. Die Prägematrize der Replizierwalze kann so die Schicht 42 durchprägen, ohne daß eine Schädigung der unterhalb der Lackschichten 44 liegenden Trägerfolie bzw. weiterer Schichten zu beobachten ist.

Auf die Schicht 46 wird anschließend eine (Lack)-Schicht aus einem Material aufgebracht, dessen Brechungsindex sich von dem Brechungsindex des für die Schicht 46 verwendeten Materials deutlich unterscheidet, so daß die von der Mikrostruktur generierten optischen Effekte für einen Betrachter sichtbar werden. Alternativ kann zusätzlich eine Reflexionsschicht als vollständig oder partiell aufgebrachte Metallschicht oder HRI-Schicht auf die Schicht 46 aufgebracht werden (HRI = High Refraction Index). Als Materialien für die Reflexionsschicht kommen im wesentlichen Chrom, Aluminium, Kupfer, Eisen, Nickel, Silber, Gold oder eine Legierung mit diesen Materialien in Frage.

Fig. 9a zeigt nun eine weitere Möglichkeit, innerhalb einer Folie Funktionen eines elektronischen Bauelements in elektronischer Halbleitertechnologie mit optischen Sicherheitsmerkmalen zu kombinieren.

Fig. 9a zeigt eine Prägefolie 8 mit einer Trägerfolie 81, einer Ablöseschicht 82, zwei Lackschichten 83 und 84, einer ersten Elektrodenschicht 86, einer

Isolationsschicht 87, einer Schicht 88, bestehend aus einem organischen Halbleitermaterial, einer zweiten Elektrodenschicht 89, einer Lackschicht 90, einer Lackschicht 91, einem Dünnschichtsystem, bestehend aus einer Absorptionsschicht 94 und einer Distanzschicht 95, einer Reflexionsschicht 96 und einer Kleberschicht 97.

Die erste und zweite Elektrodenschicht 86 und 89, die Isolationsschicht 87 und die Schicht 88 aus einem organischen Halbleitermaterial sind wie die entsprechenden Schichten nach Fig. 1 und Fig. 2 ausgestaltet. Eine Strukturierung der Elektrodenschichten 86 und 89 kann beispielsweise mittels der anhand der Figuren Fig. 3 bis Fig. 4c beschriebenen Replizierverfahren erfolgen.

Bei der Schicht 83 handelt es sich um eine Replizierlackschicht, in die eine beugungsoptische Struktur 85 eingeprägt ist. Anschließend wird die Lackschicht 84 aufgebracht, die aus einem Material besteht, dessen Brechungsindex sich deutlich von dem Brechungsindex der Lackschicht 83 unterscheidet. Wie in Fig. 9a gezeigt, ist die Beugungsstruktur 85 nicht vollflächig, sondern partiell ausgeführt. Bei der Schicht 90 handelt es sich ebenfalls um eine Replizierschicht, in die eine beugungsoptische Struktur 93 eingeprägt ist. Auf die Schicht 90 wird partiell und musterförmig die Lackschicht 91 aufgebracht, deren Brechungsindex sich deutlich von dem Brechungsindex der Schicht 90 unterscheidet. Auch die beugungsoptische Struktur 93 ist lediglich partiell vorgesehen, so daß sich das von der beugungsoptischen Struktur 93 erzeugte optische Merkmal mit dem von der Struktur 85 erzeugten optischen Merkmal überlagert und ergänzt.

Das Dünnschichtsystem besteht aus der Absorptionsschicht 94 (vorzugsweise mit 30 % bis 65 % Transmission), der transparenten Distanzschicht 85 als farbwechselerzeugende Schicht (z.B. λ -viertel oder λ -halbe Schicht) und der Reflexionsschicht 96 oder einer optischen Trennschicht, falls das Dünnschichtsystem als transmittierendes Element wirken soll.

Die Schichten 94, 95 und 96 erzeugen eine blickwinkelabhängige Farbverschiebung mittels Interferenz. Die von dem Dünnschichtsystem

erzeugten Farbverschiebungen liegen hierbei vorzugsweise im Bereich des für einen menschlichen Betrachter sichtbaren Lichtes.

5 Weiter ist es möglich, ein Dünnschichtelement aus einer Abfolge von hoch- und niedrigbrechenden Schichten aufzubauen. Beispielsweise kann ein solches Dünnschichtelement aus drei bis neun solcher Schichten oder aus zwei bis zehn solcher Schichten aufgebaut sein. Je höher die Anzahl der Schichten ist, um so schärfer lassen sich die Wellenlängen für den Farbwechseleffekt einstellen.

10 Die Reflexionsschicht 96 kann als vollflächige oder partielle Metallschicht oder HRI-Schicht ausgebildet sein (HRI = High Refraction Index). Als Materialien für die Reflexionsschicht kommen so im wesentlichen Chrom, Aluminium, Kupfer, Eisen, Nickel, Silber, Gold oder eine Legierung mit diesen Materialien in Frage.

15 Weiter ist es auch möglich, daß die Lackschichten 83, 84, 90 und 91 eingefärbt sind. Die Schichten 86, 87, 88 und 89 sind vorzugsweise transparent oder vollflächig eingefärbt ausgeführt, so daß diese elektrischen Funktionsschichten den optischen Eindruck des Folienelements nicht beeinflussen. Weiter ist es natürlich auch möglich, daß bei der Replikation der Elektroden-schichten 86 und 87
20 ein Replikationsverfahren nach Fig. 8a oder Fig. 8b gewählt ist, so daß die bisher in Fig. 9a verdeutlichten optischen Effekte noch von zusätzlichen optischen Effekten überlagert werden. Auch hier ist es vorteilhaft, daß die so erzeugten optischen Effekte sich beispielsweise mit den von den diffraktiven Strukturen 85 und 93 erzeugten optischen Effekten ergänzen und dadurch eine Manipulation
25 oder Änderung einer dieser Effekte für den Betrachter unmittelbar erkennbar wird.

Es ist natürlich auch möglich, daß in einer erfindungsgemäßen Folie nicht alle der anhand von Fig. 9a verdeutlichten optischen Effekte verwirklicht werden, sondern daß in einer solchen Folie nur eine Auswahl dieser Effekte implementiert wird.

30

Fig. 9b zeigt eine Variante des Folienaufbaus, bei dem zusätzliche Reflexionsschichten 98 und 99 als Metallschichten oder HRI-Schichten vollflächig oder partiell auf die Schicht 83 bzw. die Schicht 90 aufgebracht sind. Hierbei ist es nicht erforderlich, daß sich die Brechungsindices der für die Schichten 84 bzw. 83

verwendeten Materialien unterscheiden. Ebenso ist es nicht erforderlich, daß sich die Brechungsindices der für die Schicht 90 bzw. die Schicht 91 verwendeten Materialien unterscheiden.

Patentansprüche:

5 1. Folie (1, 3, 6, 7, 8, 9), insbesondere Präge- oder Laminierfolie,
dadurch gekennzeichnet,

daß die Folie (1, 3, 6, 7, 8, 9) mindestens ein Bauelement in organischer
Halbleitertechnologie, insbesondere einen oder mehrere organische
10 Feldeffekttransistoren, beinhaltet.

2. Folie (1, 3, 6, 7, 8, 9) nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Folie eine Präge- oder Laminierfolie ist.

15 3. Folie (1, 3, 6, 7, 8, 9) nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Präge- oder Laminierfolie eine Trägerfolie (11, 61, 71, 81), zumindest
eine Schicht (16, 67, 76, 88) aus einem organischen Halbleitermaterial,
20 insbesondere Polythiophen, zumindest eine Schicht (15, 65, 75, 87) aus einem
elektrisch isolierenden Material und zwei oder mehr bereichsweise
musterförmig ausgeformte Schichten (14, 17, 19, 64, 66, 74, 77, 86, 89) aus
einem elektrisch leitfähigen Material aufweist.

25 4. Folie (1, 3, 6, 7, 8, 9) nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet,
daß die elektrisch leitfähigen Schichten (14, 17, 19, 64, 66, 74, 77, 86, 89) aus
einem organischen leitfähigen Material, insbesondere Polyanilin oder
Polypyrrol, bestehen.

30 5. Folie (1, 3, 6, 7, 8, 9) nach Anspruch 3 oder 4,
dadurch gekennzeichnet,
daß die elektrisch isolierende Schicht (15, 65, 75, 87) aus einem organischen
Isolationsmaterial, insbesondere Polyvinylphenol, besteht.

6. Folie (1, 3, 6, 7, 8, 9) nach einem der Ansprüche 2 bis 5,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Folie eine Prägefolie ist, die eine Ablöseschicht (12, 62, 72, 82) und
5 eine Kleberschicht (20, 69, 79, 97) aufweist.
7. Folie (1, 3, 6, 7, 8, 9) nach einem der Ansprüche 2 bis 6,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Präge- oder Laminierfolie eine oder mehrere an
10 Funktionspolymerschichten angrenzende Lackschichten (13, 18, 63, 68, 73, 78,
84, 90) aufweist.
8. Folie (1, 3, 6, 7, 8, 9) nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet,
15 daß die elektrisch leitfähigen Schichten, die Schicht aus einem
Halbleitermaterial und die Schicht aus einem elektrisch isolierenden Material
transparent sind.
9. Folie (2) nach Anspruch 1,
20 **dadurch gekennzeichnet,**
daß die Folie ein Folienelement (2) ist, das eine Schicht aus einem
organischen Halbleitermaterial (16), insbesondere Polythiophen, eine Schicht
(15) aus einem elektrisch isolierenden Material und zwei oder mehrere
bereichsweise musterförmig ausgeformte Schichten aus einem elektrisch
25 leitfähigen Material (14, 17, 19) aufweist.
10. Folie nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Folie (2) ein Folienelement ist, das mittels einer Präge- oder
30 Laminierfolie (1), insbesondere nach einem der Ansprüche 2 bis 8, auf ein
Substrat aufgebracht ist.

11. Folie (8) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

daß eine elektrische Funktionalität, insbesondere die mindestens eines elektronischen Bauelementes in organischer Halbleitertechnologie, mit optischen Merkmalen kombiniert ist.

12. Folie (8) nach Anspruch 11,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Folie eine zwischen Schichten der Folie abgeformte räumliche Struktur (47) aufweist, die zum einen eine Schicht (46) des elektronischen Bauelements in organischer Halbleitertechnologie musterförmig strukturiert und zum anderen einen beugungsoptischen Effekt als optisches Merkmal generiert.

13. Folie nach Anspruch 12,

dadurch gekennzeichnet,

daß die räumliche Struktur (47) von einer Überlagerung einer Mikro- und einer Makrostruktur gebildet ist, wobei die Makrostruktur der musterförmigen Strukturierung einer Schicht (46) des elektronischen Bauelementes in organischer Halbleitertechnologie dient und die Mikrostruktur der Generierung des optischen Merkmals dient.

14. Folie (8) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Folie eine holographisch-optische oder diffraktive Schicht (83, 84, 90, 91) aufweist.

15. Folie (8) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Folie eine Dünnschichtfolge (94, 95) aufweist.

16. Folie nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Folie eine Dekorschicht aufweist.

17. Folie (8) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Folie (8) zwei oder mehr übereinander angeordnete Schichten (83, 84, 90, 91, 94, 95) aufweist, die ein optisches Sicherheitsmerkmal generieren, wobei eine oder mehrere Funktionsschichten (86, 87, 88, 89) des elektronischen Bauelements in organischer Halbleitertechnologie zwischen solchen optisch aktiven Schichten angeordnet sind.

18. Folie nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

daß bei der Folie durch thermisches Replizieren oder UV-Replizieren von einer oder mehreren Schichten eine Strukturierung von Funktionsschichten des Bauelements in organischer Halbleitertechnologie vorgenommen ist.

19. Folie nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Folie als Sicherheitselement verwendet wird.

20. Verfahren zur Herstellung einer Folie (1, 3, 6, 7, 8, 9) nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Strukturierung von einer oder mehreren Schichten (43, 49, 50) des mindestens einen Bauelements in organischer Halbleitertechnologie durch thermisches Replizieren oder UV-Replizieren erfolgt.

21. Verfahren nach Anspruch 20,

dadurch gekennzeichnet,

daß in die zu replizierende Schicht (42) eine räumliche Struktur repliziert wird, deren Strukturtiefe größer oder gleich der Schichtdicke der zu replizierenden Schicht (42) ist, so daß die zu replizierende Schicht partiell durch die Replikation vollständig durchtrennt ist und eine gemäß der räumlichen Struktur musterförmig strukturierte elektrische Funktionsschicht (43) gebildet wird.

22. Verfahren nach Anspruch 21,

dadurch gekennzeichnet,

daß eine derartige räumliche Struktur in eine Elektrodenschicht aus einem elektrisch leitfähigen Material repliziert wird und auf diese Schicht sodann eine elektrische Funktionsschicht aus einem nichtleitenden oder halbleitenden Material aufgebracht wird.

23. Verfahren nach Anspruch 20,

dadurch gekennzeichnet,

daß in die zu replizierende Schicht (48) eine räumliche Struktur repliziert wird, deren Strukturtiefe kleiner der Schichtdicke der zu replizierenden Schicht (48) ist.

24. Verfahren nach Anspruch 23,

dadurch gekennzeichnet,

daß auf die replizierte Schicht (46) eine elektrische Funktionsschicht (49) aus einem Material aufgebracht wird, das bei Aushärtung eine vordefinierte Volumenreduktion erfährt, und

daß dieses Material auf die replizierte Schicht (46) in einer Auftragsmenge aufgebracht wird, bei der aufgrund des Volumenschrumpfes bei Aushärtung eine gemäß der replizierten Struktur musterförmig strukturierte Funktionsschicht (49) verbleibt.

25. Verfahren nach Anspruch 24,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Funktionsschicht aus einem UV-aushärtbaren Material besteht.

26. Verfahren nach Anspruch 23,

dadurch gekennzeichnet,

daß auf die replizierte Schicht (46) eine elektrische Funktionsschicht (50) aufgebracht wird und daß die elektrische Funktionsschicht anschließend in einer Tiefe, insbesondere durch Ätzen, abgetragen wird, daß eine gemäß der replizierten Struktur musterförmig strukturierte Funktionsschicht (50) verbleibt.

27. Verfahren nach einem der Ansprüche 23 bis 26,

dadurch gekennzeichnet,

daß die räumliche Struktur in eine elektrische Funktionsschicht aus einem nicht leitenden oder halbleitenden Material repliziert wird und auf diese Schicht
5 sodann eine Elektrodenschicht aus einem leitfähigen Material aufgebracht wird.

28. Verfahren zur Herstellung einer Folie nach Anspruch 1, insbesondere
Verfahren nach Anspruch 20,

10 **dadurch gekennzeichnet,**

daß alle oder ein oder mehrere für die Funktion des mindestens einen Bauelements in organischer Halbleitertechnologie erforderlichen Elektroden-, Isolations- und halbleitenden Schichten durch Druckverfahren teilflächig oder vollflächig in einen Folienaufbau eingebracht werden.

15

29. Verfahren nach einem der Ansprüche 20 bis 28,

dadurch gekennzeichnet,

daß durch einen Repliziervorgang eine elektrische Funktionalität, insbesondere ein oder mehrere Bauelemente in organischer Halbleitertechnologie, und eine
20 optische Funktionalität, insbesondere diffraktiv-optische Strukturen, erzeugt werden.

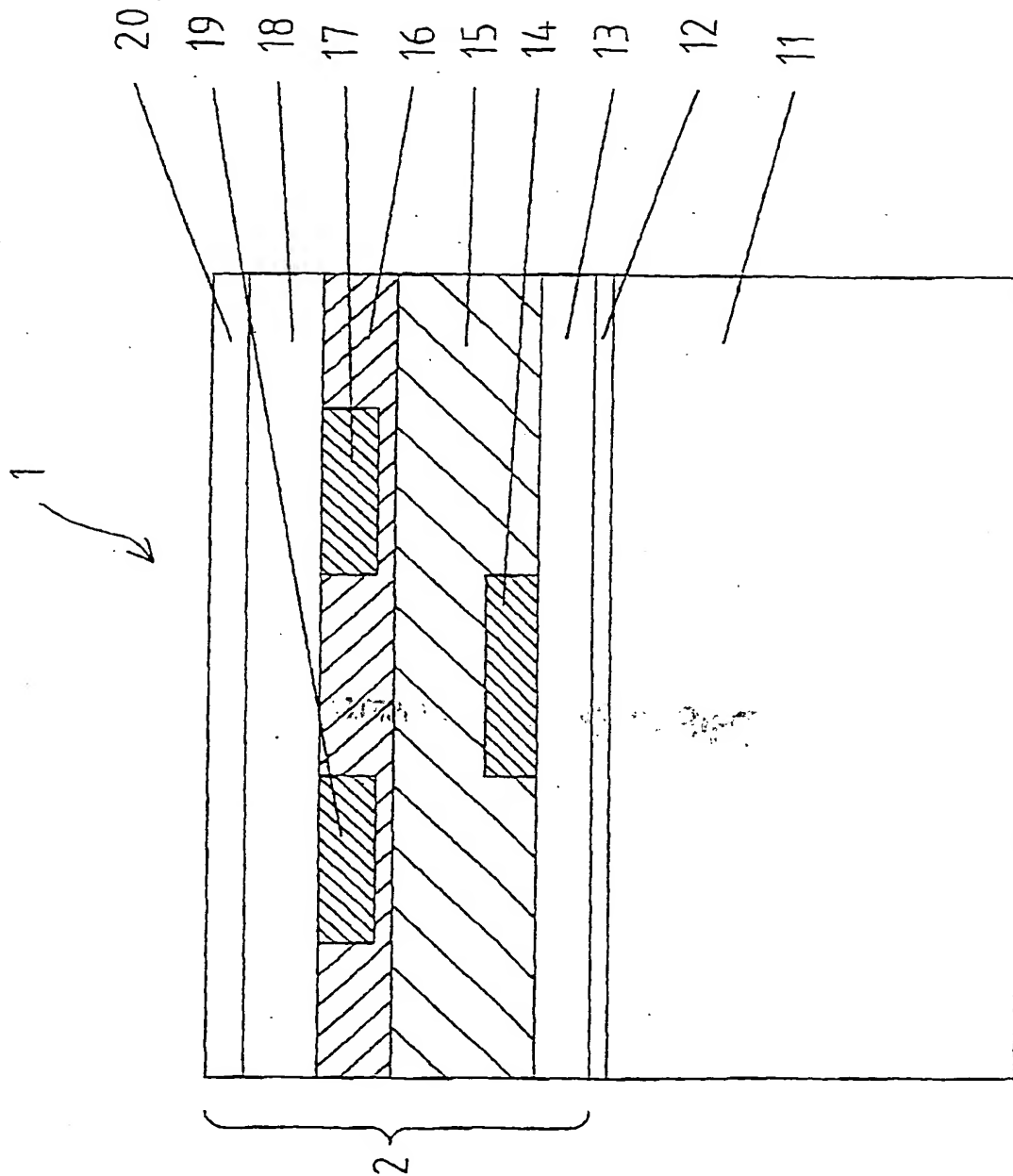


Fig. 1

THIS PAGE BLANK (USPT.O)

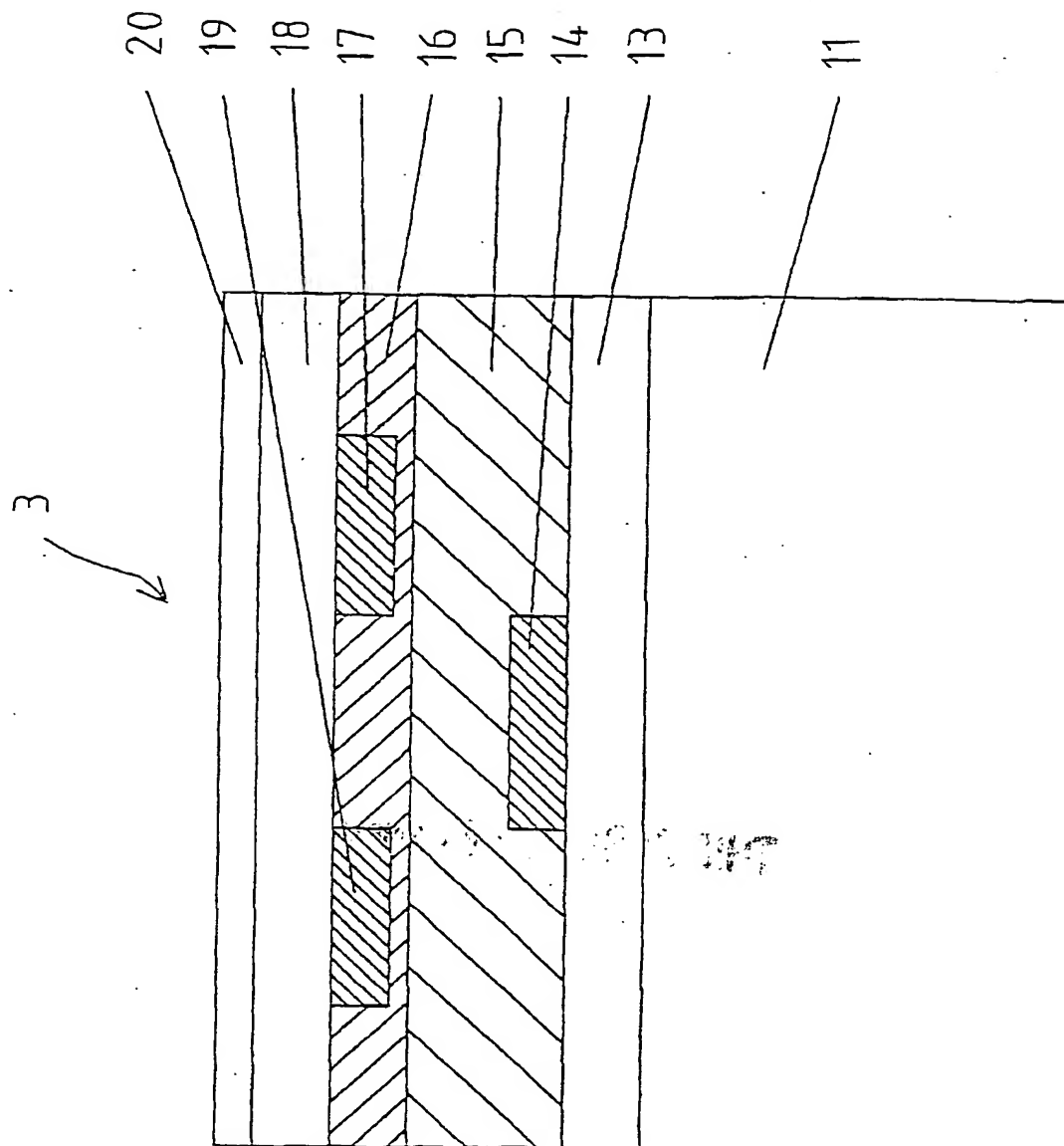


Fig. 2

THIS PAGE BLANK (USPTO)

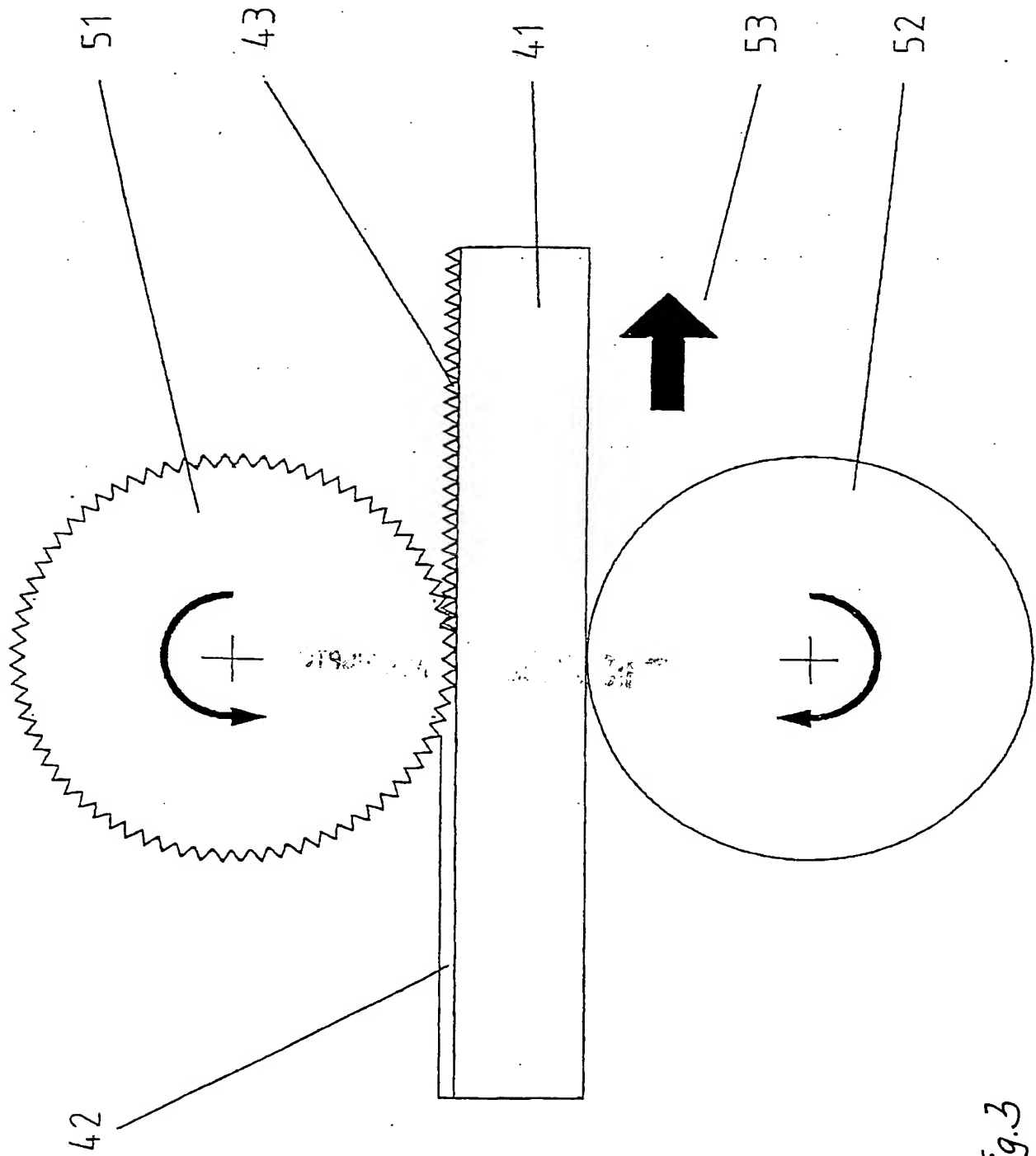


Fig.3

THIS PAGE BLANK (USPTO)

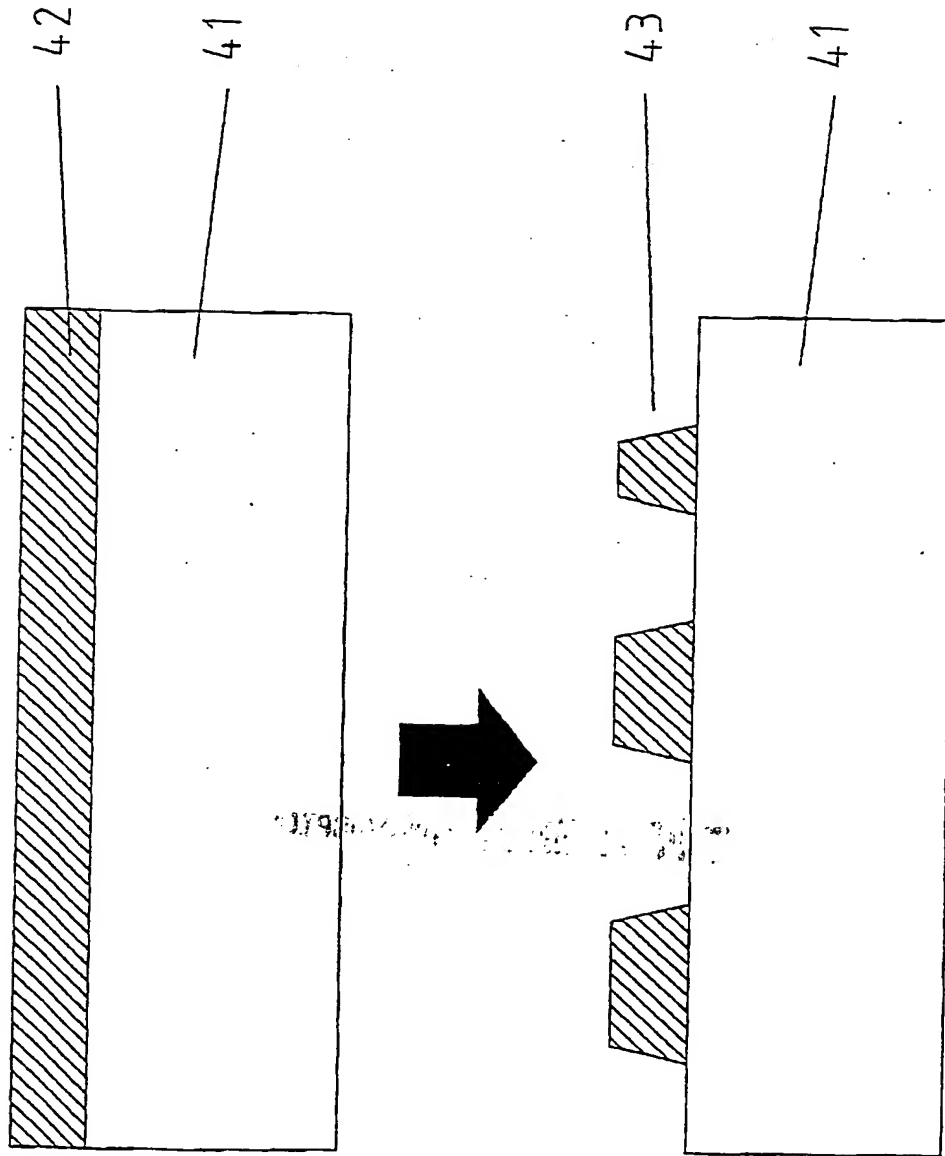


Fig. 4 a

THIS PAGE BLANK (USPTO)

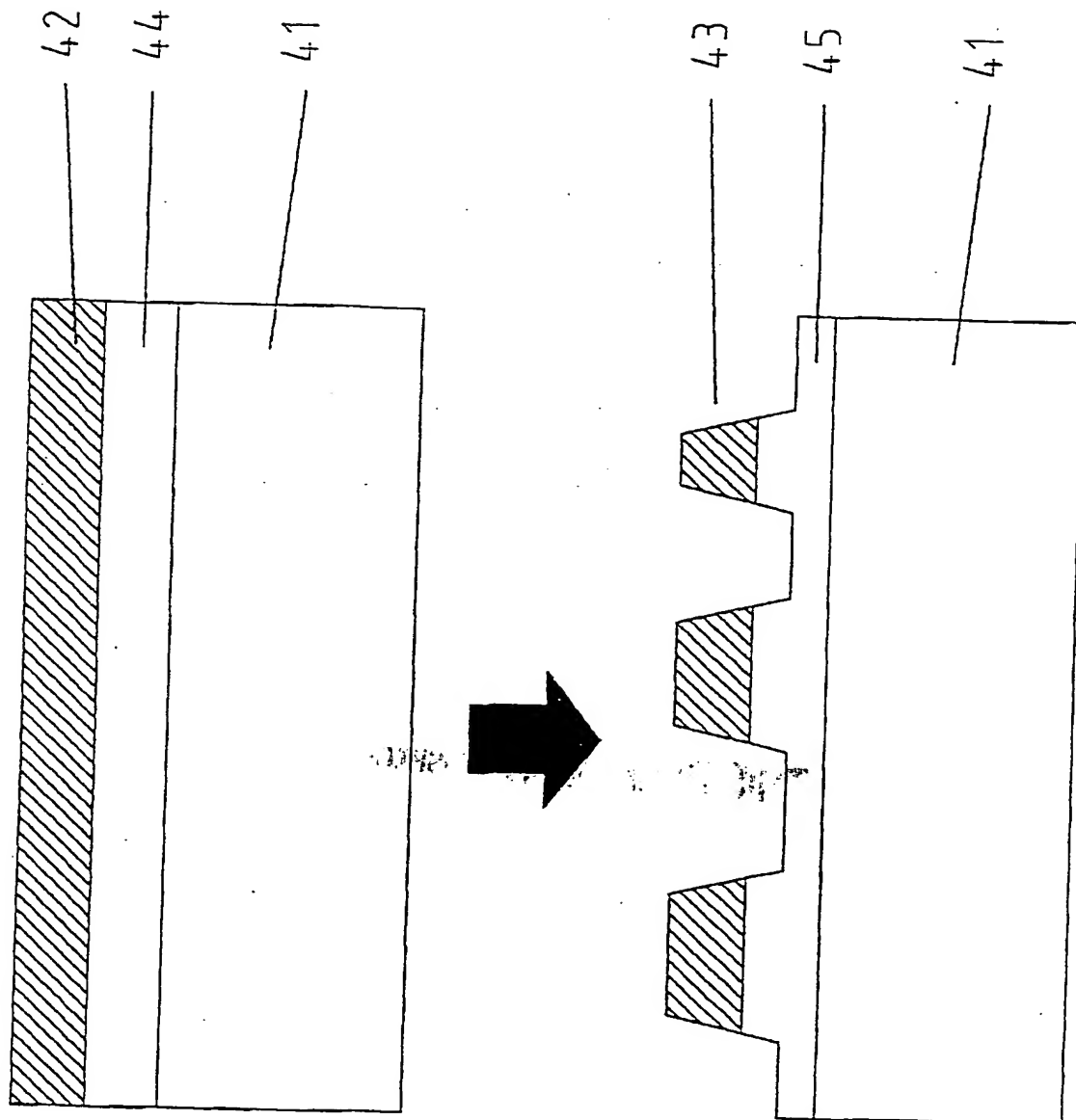


Fig. 4b

THIS PAGE BLANK (USPTO)

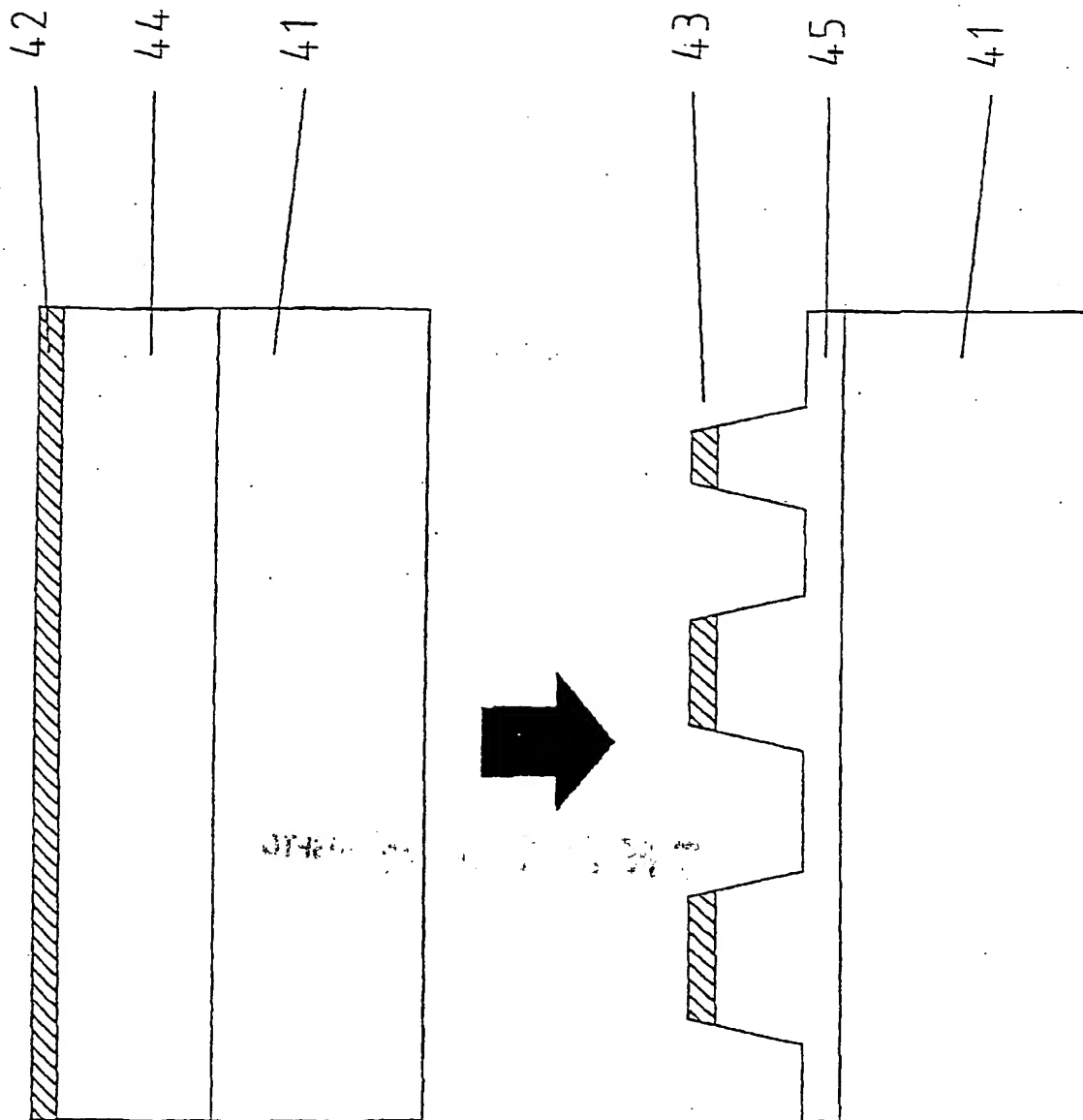


Fig. 4c

THIS PAGE BLANK (USPTO)

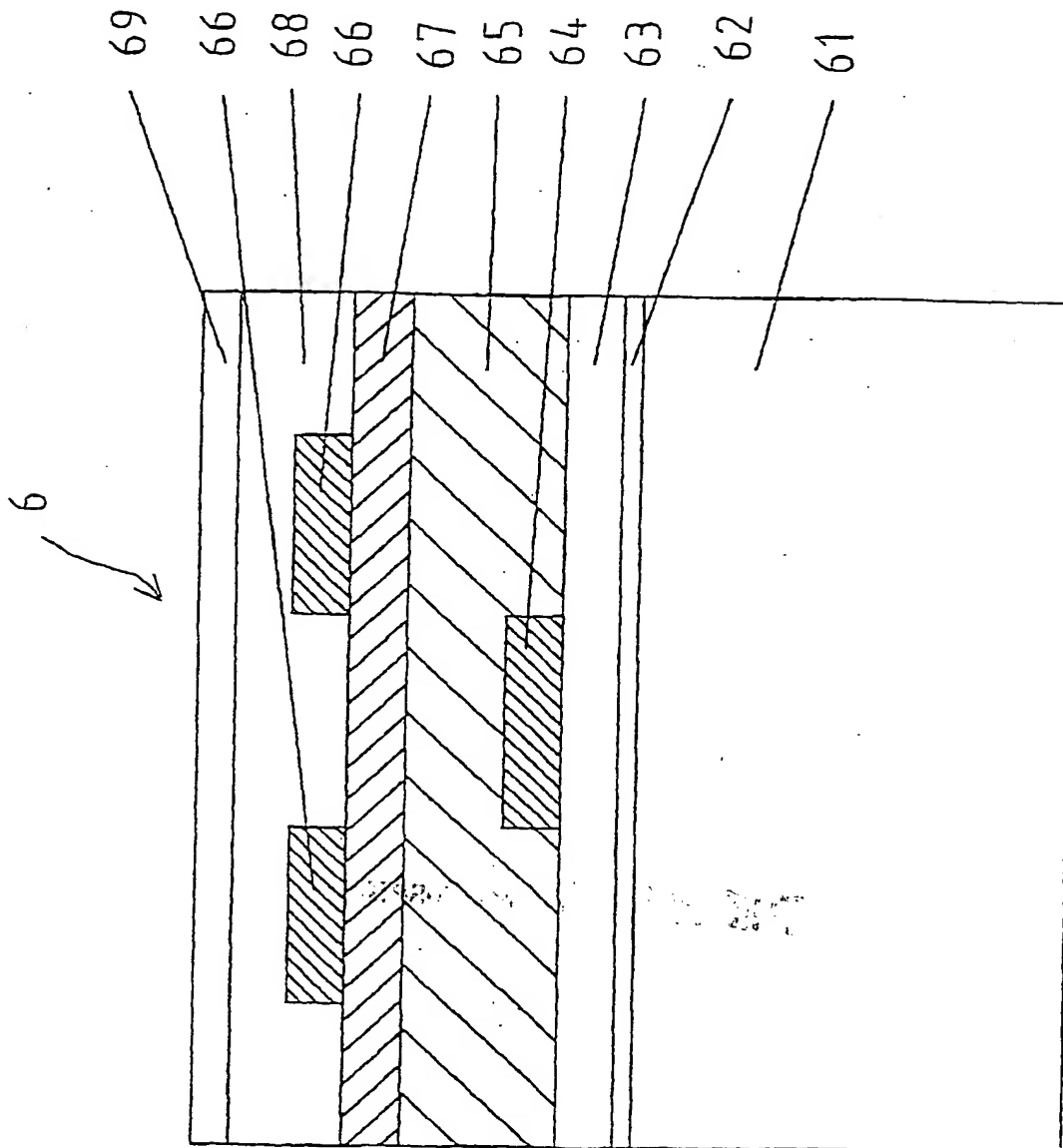


Fig. 5

THIS PAGE BLANK (USPTO)

8/14

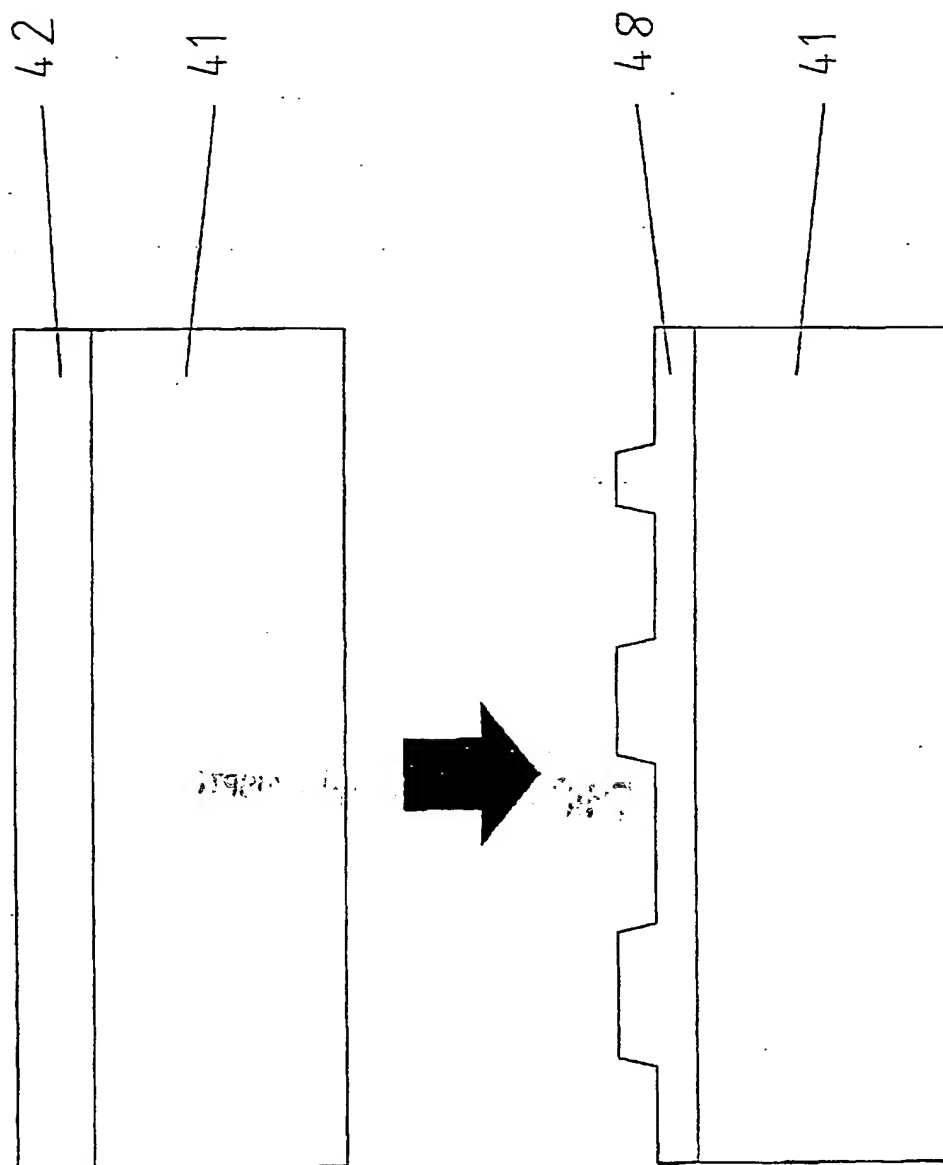


Fig. 6a

THIS PAGE BLANK (USPT.O)

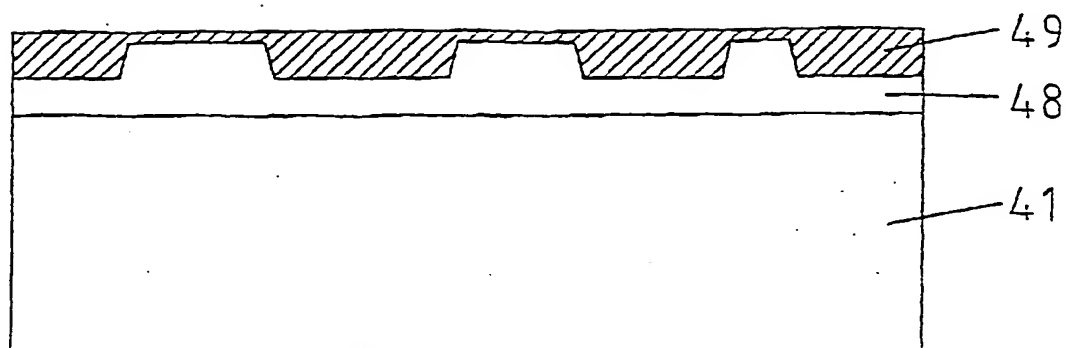


Fig. 6b

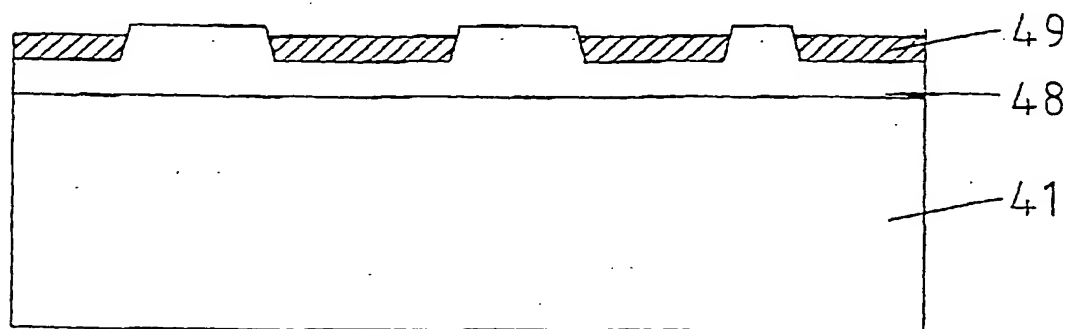


Fig. 6c

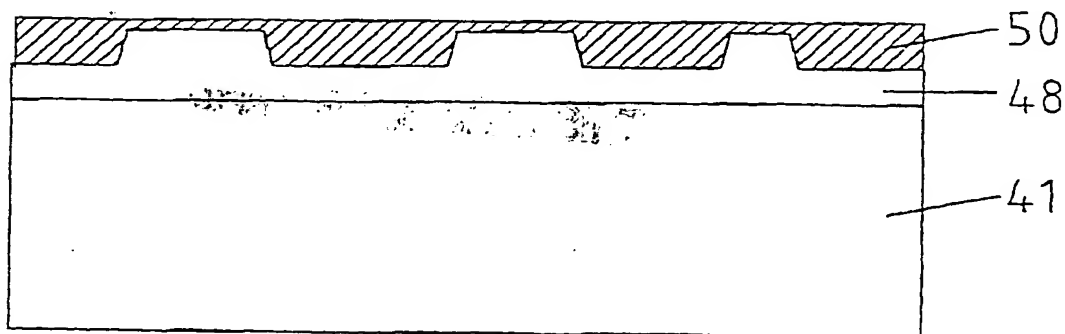


Fig. 6d

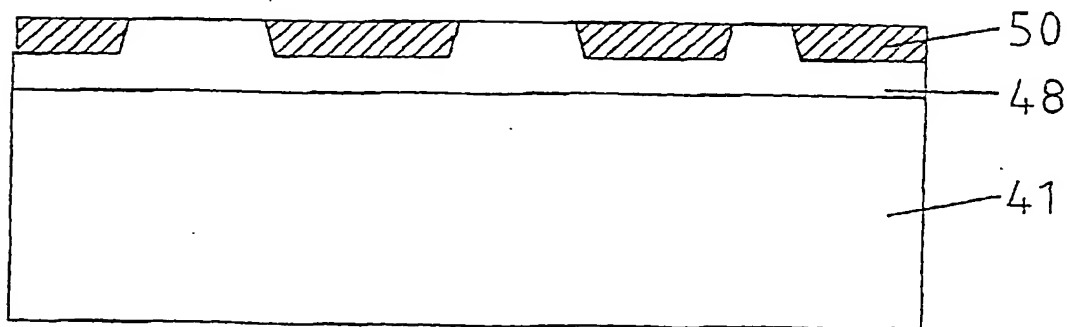
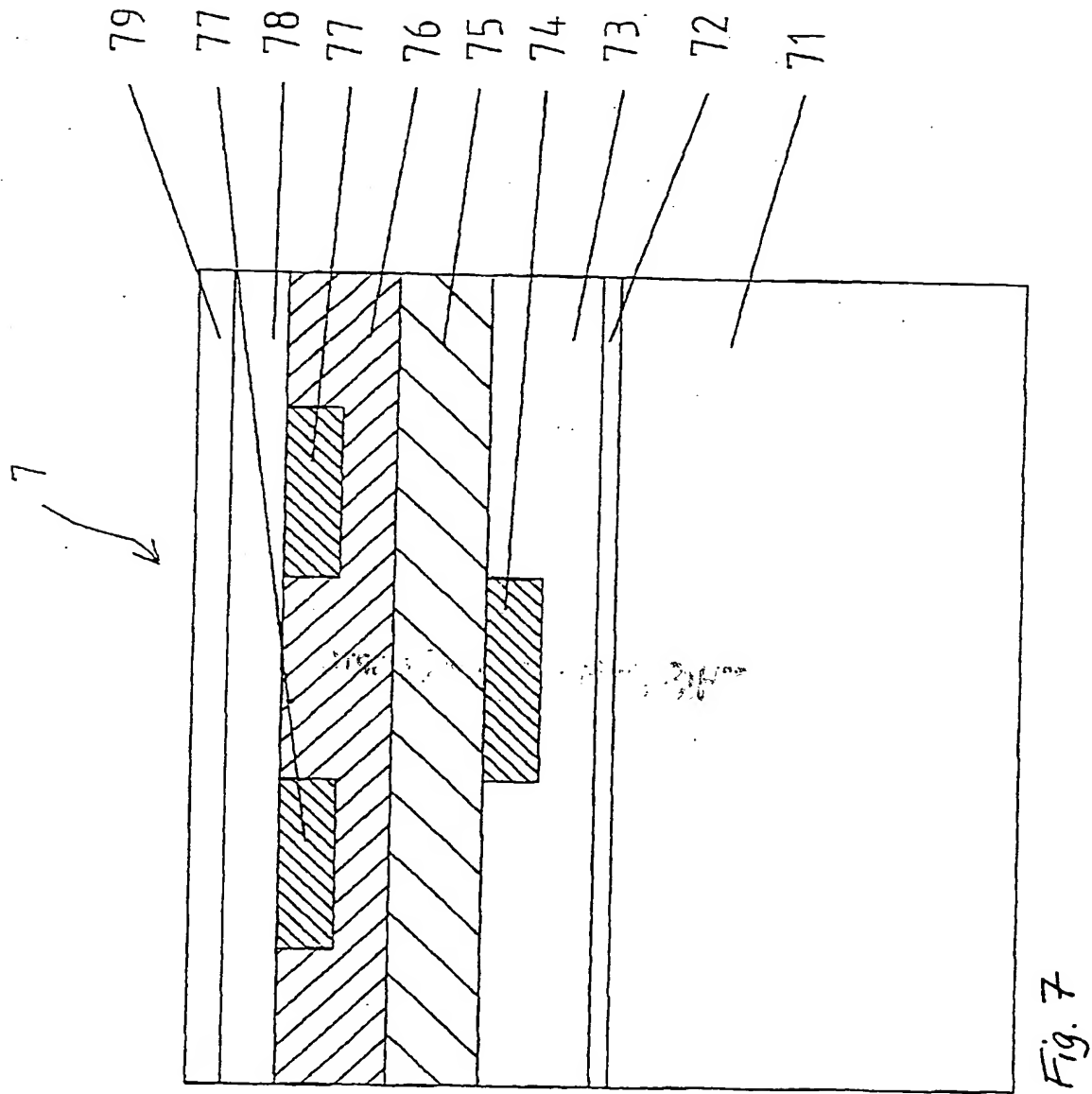


Fig. 6e

THIS PAGE BLANK (USPTO)



THIS PAGE BLANK (USPT.O)

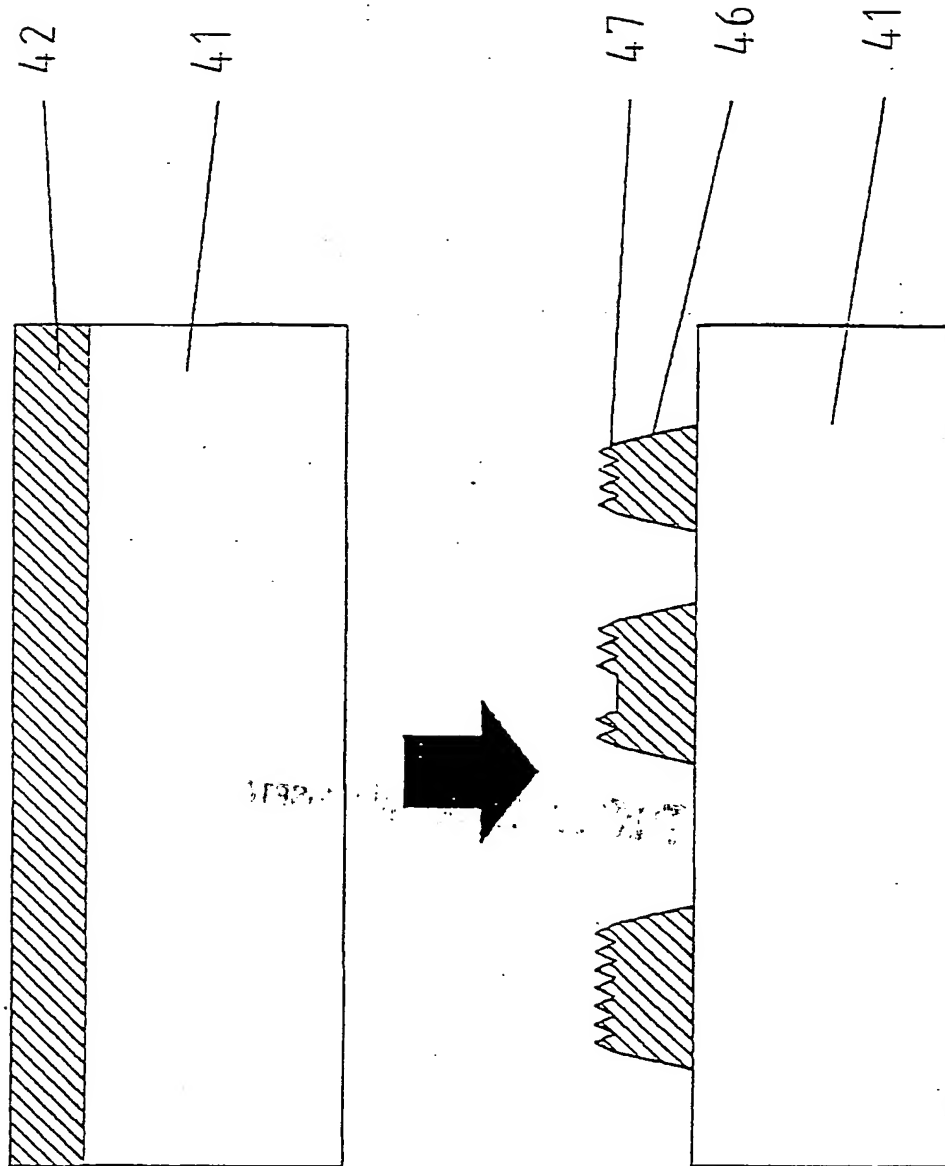


Fig. 8a

THIS PAGE BLANK (USPTO)

12/14

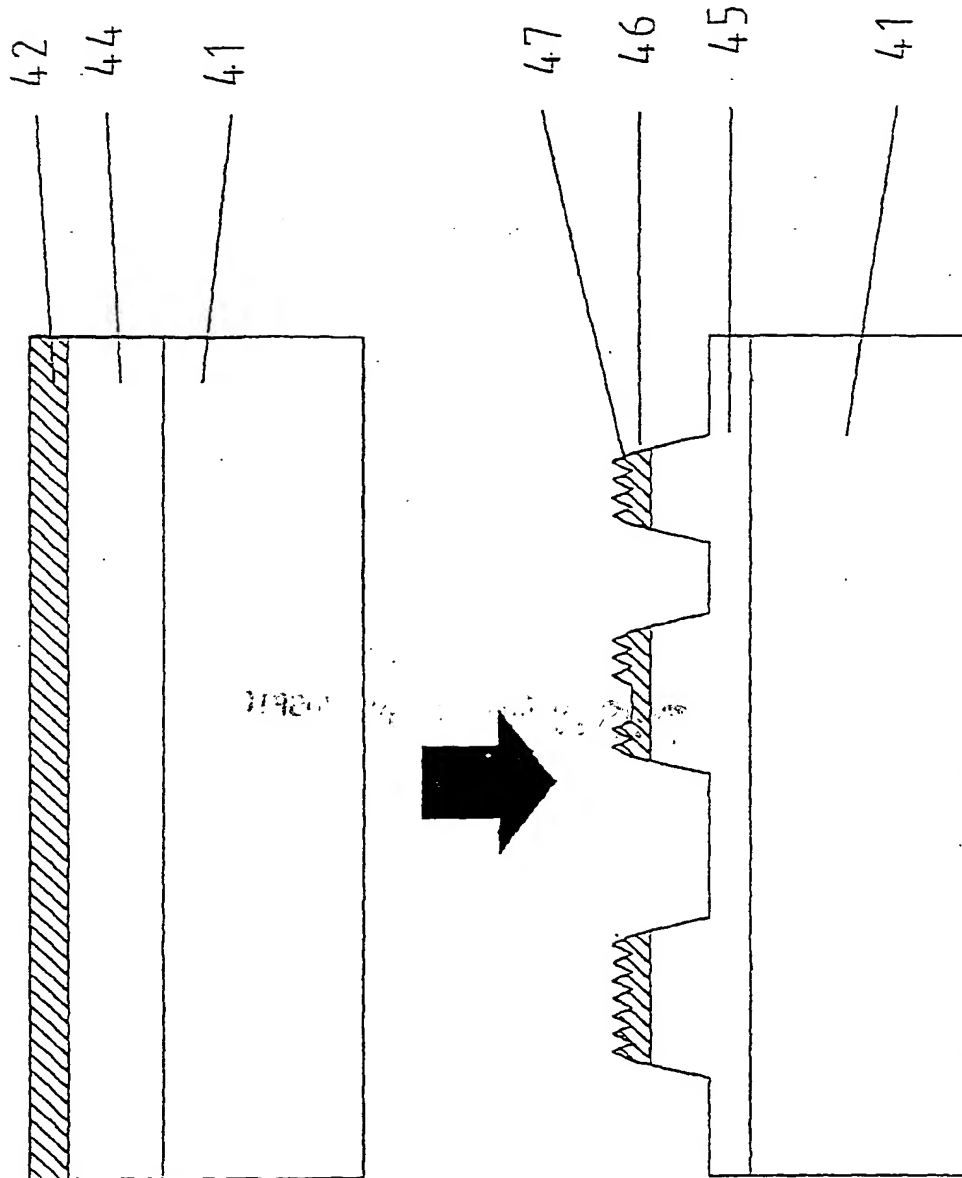


Fig. 8b

THIS PAGE BLANK (USPTO)

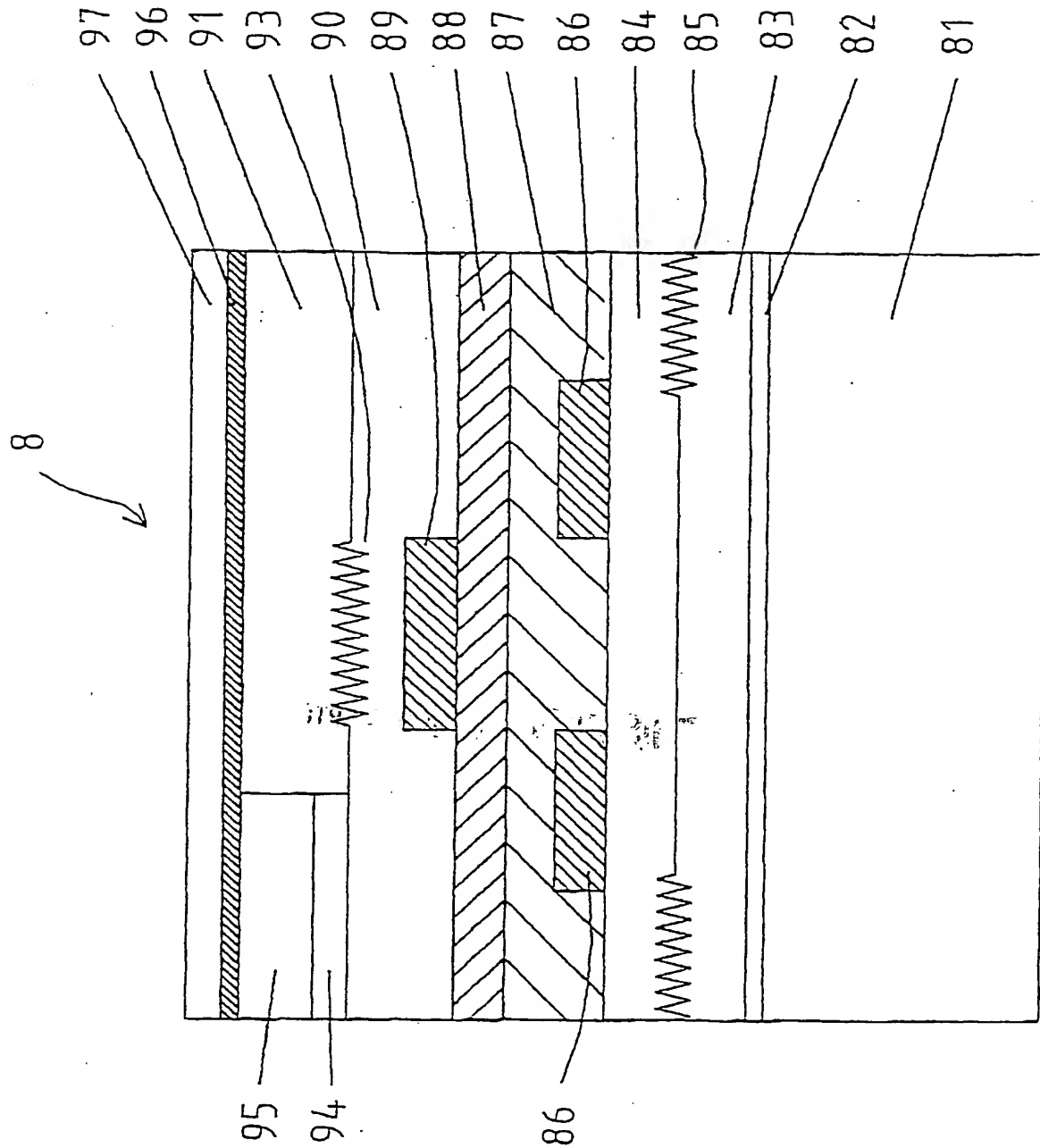


Fig. 9a

THIS PAGE BLANK (USPTO)

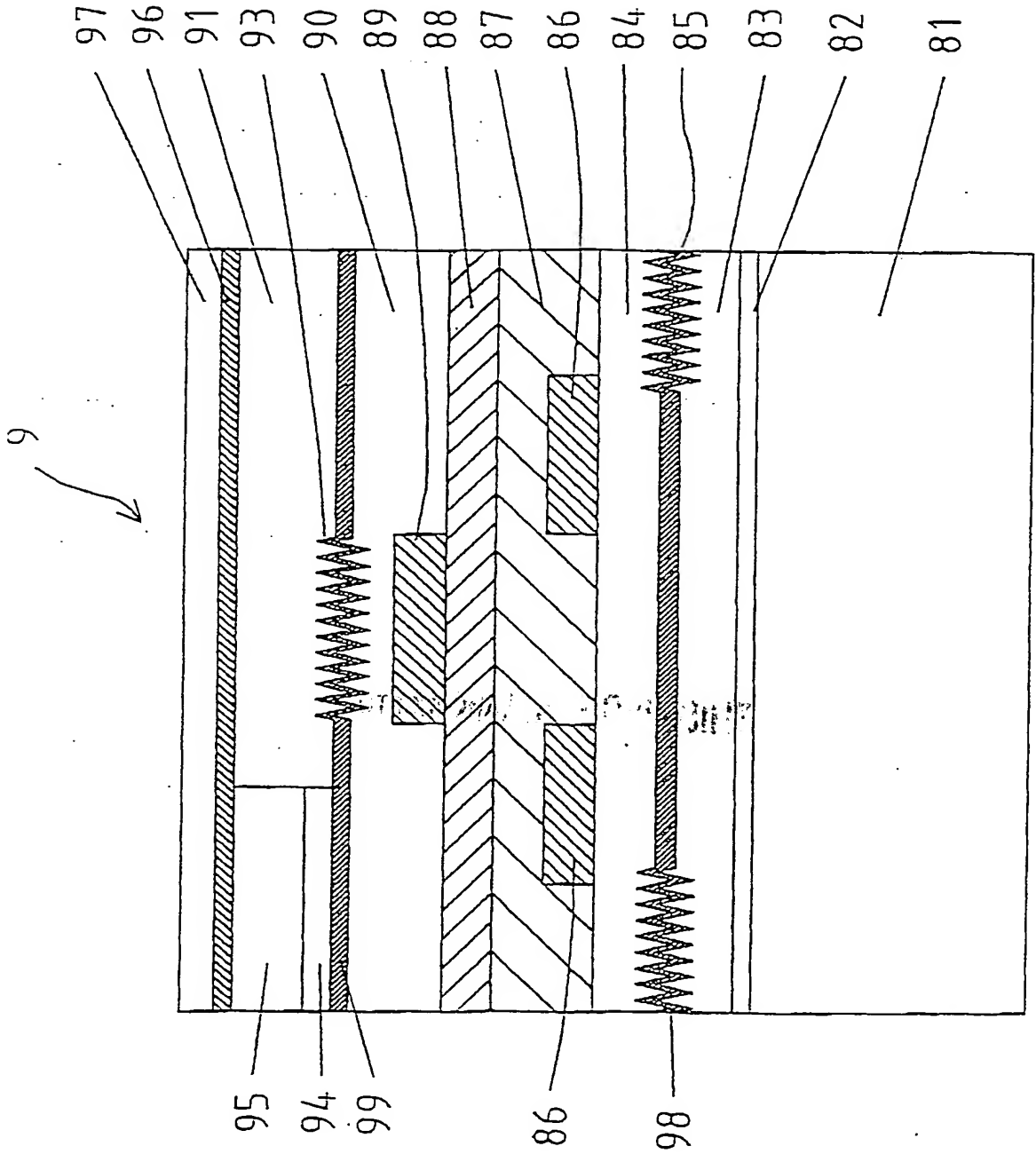


Fig. 9b

THIS PAGE BLANK (USPTO)

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)